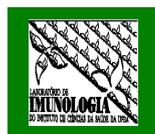


MANUAL DE BIOSSEGURANÇA

Dezembro de 2001



MANUAL DE BIOSSEGURANÇA

Salvador
Dezembro de 2001

Distribuição e informações:

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário - DIVISA

Av. Sete de Setembro, 2.340 – Vitória, Salvador/BA
CEP 40080-002
Telefone: (71) 336-5344
FAX: (71) 336-9306
E-mail: divisa@sesab.ba.gov.br

Universidade Federal da Bahia – UFBA / Instituto de Ciências da Saúde

Av Reitor Miguel Calmon S/N – Campus Vale do Canela, Salvador/BA
CEP 40110-902
Telefone: (71) 2458602
FAX: (71) 245-8917
Tel.Fax: (71) 235-8099
E-mail: labimuno@svn.com.br / ppgimics@ufba.br

FICHA CATALOGRÁFICA

BAHIA. Secretaria da Saúde. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário. BRASIL. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde.
Manual de Biossegurança. Salvador. 2001.

Índice

Sobre o Manual	5
Apresentação	7
Esclarecimentos	8
Autores	9
Edição, Diagramação, Formatação e Revisão	11
Parte I - Aspectos Gerais	13
Capítulo 1 – Abreviaturas e Glossários Utilizados em Biossegurança	17
Capítulo 2 – O Papel da Vigilância Sanitária	39
Capítulo 3 – A Biossegurança e sua Regulamentação no Brasil e no Mundo	49
Parte II – Unidades de Saúde	55
Capítulo 4 – A Arquitetura dos Edifícios dos Serviços de Saúde e Unidades Ambientais	61
Capítulo 5 – Estrutura, Exigências e Critérios para Projetos Arquitetônicos	69
Capítulo 6 – Biossegurança em Unidades de Saúde	87
Capítulo 7 – Dispositivos de Proteção e Materiais Utilizados na sua Confeção	101
Capítulo 8 – Modelos de Formulários e POP Úteis as CIBio e CIPA dos Setores e Unidades	117
Capítulo 9 - Biossegurança no Gerenciamento, Preparação da Coleta e Transporte de Resíduos de Saúde	123
Capítulo 10 – Biossegurança nas Atividades de Cirurgiões-Dentistas	139
Capítulo 11 – Segurança Profissional Durante Procedimentos Cirúrgicos	161
Capítulo 12 – Segurança Alimentar no Ambiente Hospitalar	171
Parte III - Laboratórios	181
Capítulo 13 – Biossegurança no Laboratório de Diagnóstico e de Pesquisa	187
Capítulo 14 – Primeiros-socorros e Segurança em Ambientes de Laboratórios	241
Capítulo 15 – Biossegurança em Laboratório de Parasitologia	275
Capítulo 16 – Biossegurança no Trabalho de Laboratório com HIV	287
Capítulo 17 – Modelo de Manual para Laboratório de Biossegurança	293

Parte IV – Manipulação de Animais	325
Capítulo 18 – Animais de Laboratórios	329
Capítulo 19 – Animais de Modificados Geneticamente (Transgênicos) e a Legislação do Brasil	347
Parte V – Radiações	377
Capítulo 20 – Introdução a Radiações	381
Capítulo 21 – Noções de Física Nuclear	387
Capítulo 22 – Radiações na Medicina	399
Capítulo 23 – Blindagem - Radiações e Medicina Nuclear – CNEN (Cálculo de Blindagem)	409
Capítulo 24 – Atualização Sobre Radioproteção em Medicina Nuclear	423
Parte VI – Infecções Virais e Vacinas	431
Capítulo 25 – Biossegurança no Tratamento de Infecções Virais – Abordagem HIV e HTLV	435
Capítulo 26 – Doenças: Procedimentos de Registro e Possibilidades de Imunoprofilaxia / Vacinoterapia	441
Capítulo 27 - Biossegurança no Diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Viroses Hepatotrópicas / Hepatites	469

Sobre o Manual

Apresentação

Alguns dos membros da Comissão Interna de Biossegurança do Instituto de Ciências da Saúde (CIBio-ICS), também docentes do Programa de Pós-graduação em Imunologia do ICS, nos dois anos de sua indicação pelo Magnífico Reitor, executaram, com apoio de outros professores, o projeto de realização do I curso de Biossegurança para as Áreas das Ciências da Saúde e Biológicas. A presente publicação é o resultado do material discutido e apresentado e constitui inicialmente o registro, a aplicação e ampliação dos conhecimentos básicos e gerais em biossegurança em nossa comunidade.

Esta publicação, marca na UFBA e no Estado da Bahia, o momento evolutivo que, através da inspiração e do exemplo acadêmico e científico, servirá de base para que outros educadores disseminem e amplifiquem a preocupação contemporânea de cuidado e preservação do mundo e que é inquestionavelmente gerada através da ética profissional e cidadania.

A publicação deste material não teria sido possível sem a generosa, desinteressada e oportuna colaboração dos vários profissionais e pesquisadores do curso, que se transformaram em co-autores deste livro. Vale ressaltar o fundamental e indispensável apoio técnico e financeiro da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia e da Vigilância Sanitária Estadual. E a dedicação dos docentes, assim como de todos os participantes do I Curso que, com sua curiosidade e experiência prática, tornaram possível a elaboração de um livro com abordagem teórica, mas também com muito fundamento prático.

Esclarecimentos

Todos os autores que aceitaram participar deste projeto escreveram seus capítulos de forma livre, sem limitação ou interferência na forma e no conteúdo.

Os editores e revisores consideraram o papel responsável, autônomo e idôneo dos autores dentro de sua experiência como profissionais e educadores nas áreas acadêmica e científica, bem como no critério e bom senso reconhecido pela comunidade científica. O corpo de editores sentiu-se apoiado pelo auxílio técnico da Vigilância Sanitária do Estado da Bahia que após leitura e análise contribuiu também com dados de suma importância nesta primeira edição.

Cabe também salientar que, conforme foi discutido nas diversas aulas, a citação de dados epidemiológicos, estatísticos e de registro de casos obtidos de órgãos e instituições internacionais, pelos vários autores, foi feita por causa de inexistência de bibliografia nacional disponível nas especialidades abordadas. A Bahia encontra-se num franco processo de atualização e ampliação dos sistemas relacionados com biossegurança e controles sanitários anteriormente implantados.

Autores

ALFREDO ROGÉRIO CARNEIRO LOPES - Médico e Professor - Departamento de Cirurgia – FAMED – UFBA / Serviço de Nutrição Enteral e Parenteral – HSI-Hospital Santa Isabel – Santa Casa de Misericórdia da Bahia.

ANA CRISTINA S. C. RÊGO - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

ANA LÚCIA BRUNIALTI GODARD – Professora Adjunto do Departamento de Biologia Geral – ICB - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

ANDRÉ NEY MENEZES FREIRE - Médico e Professor - Departamento de Cirurgia - FAMED – UFBA / Serviço de Nutrição Enteral e Parenteral – HSI-Hospital Santa Isabel - Casa de Misericórdia da Bahia.

ANTONIANA URSINE KRETTLI - Professora Titular e Pesquisadora Chefe – UFMG / Laboratório de Malária - CPqMM- Fiocruz - MG / Membro da Academia Brasileira de Ciências / Pesquisador 1A do CNPq. E-mail akrettli@cpqrr.fiocruz.br.

CARLOS BRITES - Professor e Médico do Setor de Retrovíruses – HUPES - UFBA.

CRISTINA MARIA M. GESTEIRA - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

ELAINE BORTOLETI DE ARAÚJO - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Ipen / Cnen-SP.

ELIANE AGUIAR - Mestranda da Escola de Nutrição – UFBA / Especialista pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (SBNPE) / Especialista em Nutrição Hospitalar pela USP.

IVANA L. DE O. NASCIMENTO – Professora do Laboratório de Imunologia e Biologia Molecular / PPGIm – ICS - UFBA.

JAMILLE SORARIA CHAOUI COSTA - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

LEILA MACEDO ODA - Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

LUCIANA DE ANDREA RIBEIRO - Unité de Recherches Laitières et de Génétique Appliquée - INRA, França.

MÁRCIA GOMES DUARTE - Engenheira Civil / Técnica da DIVISA.

MARIA CONCEIÇÃO QUEIROZ OLIVEIRA RICCIO – Auditora médica / Diretora da Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário da Secretaria da Saúde do Estado da Bahia - DIVISA.

MARIA DA GLÓRIA DA S. LIMA – Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

MARIA DO SOCORRO COLEN - Engenheira Química / Consultora para controle de qualidade e procedimento de Biossegurança

MARIA HERCILIA VALADARES SOUZA - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

MARIA THAÍS MENEZES FREIRE – Engenheira Sanitarista, consultora de meio ambiente e tratamento de resíduos sólidos.

MARILENE SOARES DA SILVA BELMONTE - Enfermeira / Técnica da DIVISA.

MARLI G. ALBUQUERQUE – Farmacêutica / Técnica da DIVISA.

MATIAS PUGA SANCHES – Engenheiro do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Ipen-Cnen / SP.

MÔNICA ALENCAR RIBEIRO – Arquiteta, Chefe do Serviço de Arquitetura da Liga Bahiana Contra o Câncer – LBCC.

PATRÍCIA JACOB MORENO - Serviço de Nutrição Enteral e Parenteral – HSI-Hospital Santa Isabel – Santa Casa de Misericórdia da Bahia / Especialista pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral (SBNPE).

RAYMUNDO PARANÁ - Professor Adjunto de Gastro-Hepatologia – FAMED - UFBA.

RÍVIA MARY DE BARROS - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

ROBERT EDUARD SCHAEER – Professor do Laboratório de Imunologia e Biologia Molecular – ICS - UFBA.

ROBERTO MEYER – Professor do Laboratório de Imunologia e Biologia Molecular / PPGIm – ICS - UFBA.

ROSÂNGELA GÓES RABELO – Enfermeira / Cirurgiã-dentista / Professora da Faculdade de odontologia da UFBA.

SANDRA SANTANA PIMENTEL - Farmacêutica do HSI-Hospital Santa Isabel - Santa Casa de Misericórdia da Bahia.

SÉRGIO COSTA OLIVEIRA – Professor do Laboratório de Imunologia de Doenças Infecciosas, Departamento de Bioquímica e Imunologia - UFMG / PPGIm – ICS – UFBA.

SONGELI MENEZES FREIRE – Pesquisadora do Laboratório de Imunologia e Biologia Molecular – ICS – UFBA; Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Imunologia – ICS - UFBA.

VASCO AZEVEDO - Professor do Departamento de Biologia Geral. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais / PPGIm – ICS – UFBA.

VERA BONGERTZ - Chefe do Laboratório de AIDS e Imunologia Molecular - IOC / FIOCRUZ – Rio de Janeiro.

ZAIDE OLIVEIRA CASTANHEIRA - Cirurgiã-dentista Técnica da DIVISA.

Edição, Diagramação, Formatação e Revisão

Edição

Songelí Menezes Freire

Diagramação e Formatação

Luiz Henrique Duarte Moraes

Sheyla Marie Bezerra de Alencar

Revisão

Ana Cristina Décia

Parte I

Aspectos Gerais

Sumário

1.	Abreviaturas e Glossário Utilizados em Biossegurança	18
1.1.	Introdução	18
1.2.	Abreviaturas e Siglas	18
1.3.	Glossário de Termos Associados e/ou Afins à Biossegurança	21
1.4.	Endereços Úteis	32
1.5.	Referências Bibliográficas	38
1.5.1.	Impressos	38
1.5.2.	Internet	39
2.	O Papel da Vigilância Sanitária	40
2.1.	Introdução	40
2.2.	Atividades da Vigilância Sanitária	42
2.3.	Normas e Diretrizes em Vigilância Sanitária	44
2.3.1.	Aspectos Normativos e Diretrizes Legais	44
2.4.	A Vigilância no Contexto Atual	46
2.4.1.	O Processo de Descentralização das Ações de Vigilância Sanitária	46
2.5.	Estrutura da Vigilância no Estado da Bahia	47
2.6.	O Papel Educativo da Vigilância Sanitária	48
3.	A Biotecnologia e sua Regulamentação no Brasil e no Mundo	55
3.1.	A Regulamentação da Biotecnologia	55
3.2.	Referências	58
3.2.1.	Impressos	58
3.2.2.	Internet	59

1. Abreviaturas e Glossário Utilizados em Biossegurança

Songelí Menezes Freire

1.1. Introdução

Serão apresentadas por ordem alfabética as abreviaturas e siglas mais comumente encontradas nos temas relacionados à biossegurança. O significado de alguns termos mais utilizados serão também listados e esclarecidos. As abreviaturas e siglas dos temas relacionados a radioatividade, bem como o seu significado, serão abordados no capítulo referente ao assunto neste manual. No decorrer dos diversos textos e capítulos são discutidos vários significados e abreviaturas, em cada tema particular, pelos autores em cada uma das áreas abordadas. Encontram-se listada no fim deste capítulo, em ordem alfabética, os contatos, endereços eletrônicos interessantes e temas afins, assim como páginas obtidas na Internet e em bibliografias atuais. Os números de telefones e Fax das DIRES foram disponibilizados pela Vigilância Sanitária. Alguns autores indicam, de forma individual, endereços específicos que lhes parecem interessantes e necessários nos capítulos a seguir.

1.2. Abreviaturas e Siglas

- ▶ **ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ▶ **ABNT/CB** - Associação Brasileira de Normas Técnicas / Comitê Brasileiro
- ▶ **ABSA** - "American Biological Safety Association"
- ▶ **AIDS** - "Acquired Immuno Deficiency Syndrome" = Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA)
- ▶ **AMN** - Associação Mercosul de Normalização
- ▶ **AnGM** - Animal Geneticamente Modificado
- ▶ **ATSDR** - "Agency for Toxic Substances and Disease Registry" = Agência para registro de doenças e substâncias tóxicas
- ▶ **BCG** - Bacillus Calmete-Guerin
- ▶ **BLS** - "Bureau of Labor Statistics" – Setor de estatística do trabalho
- ▶ **BPLC** - Boas Práticas em Laboratório Clínico
- ▶ **CCRIS** - "Chemical Carcinogenesis Research Information System" = Sistema de informação de pesquisa em carcinogênese química
- ▶ **CDC** - "Centers for Disease Control" = Centro de controle de doenças

- ▶ **CESARS** - "Chemical Evaluation Search and Retrieval System" = Sistema de recuperação e pesquisa da avaliação química
- ▶ **CHRIS** - "Chemical Hazards Response Information System" = Sistema de informação da resposta a risco químico
- ▶ **CIPA** - Comissão Interna de Prevenção de Doenças e Acidentes do Trabalho
- ▶ **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- ▶ **CONAMA** - Conselho Nacional de Meio Ambiente
- ▶ **COPANT** - Comissão Panamericana de Normas Técnicas
- ▶ **COVISE** - Coordenação de Vigilância de Serviços da Secretaria do Estado da Bahia
- ▶ **COM** - Contas por Minuto
- ▶ **DEP** - Dispositivos e Equipamentos de Proteção
- ▶ **DIREs** - Diretorias Regionais de Saúde
- ▶ **DIVEP** - Diretoria de Vigilância Epidemiológica
- ▶ **DIVISA** - Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário
- ▶ **DOE** - Diário Oficial do Estado
- ▶ **DOU** - Diário Oficial da União
- ▶ **DPC** - Dispositivos de Proteção Coletiva
- ▶ **DPI** - Dispositivos de Proteção Individual
- ▶ **DPM** - Desintegrações por Minuto
- ▶ **DPS** - Desintegrações por Segundo
- ▶ **DST** - Doenças Sexualmente Transmitidas ou Transmissíveis
- ▶ **DTP** - Difteria Tetano Pertussis (Vacina tríplice)
- ▶ **EEBA** - "Emergency escape Breathing Apparatus" = Aparelho de suprimento respiratório individual para saída em situações de emergência
- ▶ **EHC** - "Environmental Health Criteria" = Critério de saúde do meio ambiente
- ▶ **EPA** - "Environmental Protection Agency" = Agência de proteção do meio ambiente
- ▶ **EPC** - Equipamento de Proteção Coletiva
- ▶ **EPI** - Equipamento de Proteção Individual
- ▶ **ESS** - Edificações de Serviços de Saúde
- ▶ **FDA** - "Food and Drug Administration" = Administração de Drogas e Alimentos
- ▶ **GB** - Grupo de Risco Biológico
- ▶ **GE** - Grande Escala
- ▶ **HEPA** - "High Efficiency Particulate Air" = Filtro de ar de alta eficiência
- ▶ **HIV** - "Human Immunodeficiency Virus" = Vírus da imunodeficiência adquirida

- ▶ **HSG:** "Health and Safety Guides" = Guia de segurança e saúde
- ▶ **IAL:** Infecções Adquiridas no Laboratório
- ▶ **ICSC:** "International Chemical Safety Cards" = Certificado internacional de segurança química
- ▶ **IPCS:** "International Programme on Chemical Safety" = Programa internacional de segurança química
- ▶ **IPEN:** Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- ▶ **IRIS:** "Integrated Risk Information System" = Sistema de informação de risco integrado
- ▶ **ISO:** "International Organization for Standardization" = Organização internacional de padronização
- ▶ **JCAHO:** "Joint Committee on Accreditation of Healthcare Organizations" = Comitê associado de creditação de organizações de cuidados da saúde
- ▶ **JECFA:** "Joint Expert Committee on Food Additives" = Comitê de associação de experientes em aditivos alimentares
- ▶ **JMPR:** "Joint Meeting on Pesticide Residues" = Encontro de associados em resíduos pesticidas
- ▶ **MEDLARS:** "Medical Literature Analysis and Retrieval System" = Sistema de recuperação e análise de literatura médica
- ▶ **MINTER:** Ministério do Interior
- ▶ **MS:** Ministério da Saúde
- ▶ **NB:** Nível de Biossegurança
- ▶ **NBL:** Nível de Biossegurança do Laboratório
- ▶ **NBGE:** Nível de Biossegurança em Grande Escala
- ▶ **NBR:** Norma Brasileira
- ▶ **NCI:** "National Cancer Institute" = Instituto Nacional do Câncer (EUA)
- ▶ **NHTSA:** "National Highway Traffic Safety Administration" = Administração Nacional de Trânsito de Carretas (EUA)
- ▶ **NIOSH:** "National Institute for Occupational Safety and Health" = Instituto nacional de segurança e saúde ocupacional (EUA)
- ▶ **NOB:** Norma Operacional Básica
- ▶ **NR:** Norma Regulamentadora
- ▶ **NRC:** "Nuclear Regulatory Commission" = Comissão de regulamentação nuclear
- ▶ **OGM:** Organismo Geneticamente Modificado
- ▶ **OMS:** Organização Mundial da Saúde
- ▶ **OPV:** "Oral PoliVaccines" = Polivacinas orais

- ▶ **OSHA:** “Occupational Safety and Health Association” = Associação de segurança e saúde ocupacional
- ▶ **PDSs:** “Pesticide Data Sheets” = Registro de dados pesticidas
- ▶ **PEL:** “Permissible Exposure Limit” = Limite de exposição permitida
- ▶ **PFP:** Produto Formador de Peróxido
- ▶ **PIM:** “Poisons Information Monographs” = Monografias de informação sobre venenos
- ▶ **POP:** Procedimento Operativo Padrão
- ▶ **RSS:** Resíduos de Serviços de Saúde
- ▶ **RTECS:** “Registry of Toxic Effects of Chemical Substances” = Registro de efeitos tóxicos de substâncias químicas
- ▶ **SESAB:** Secretaria de Saúde do Estado da Bahia
- ▶ **SIDA:** Síndrome de Imunodeficiência Adquirida
- ▶ **SISNAMA:** Sistema Nacional de Meio Ambiente
- ▶ **STEL:** “Short Term Exposure Limit” = limite de exposição de tempo curto
- ▶ **SUVISE:** Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde - Secretaria Estadual da Saúde
- ▶ **TOXLINE:** “National Library of Medicine for Toxicology” = Biblioteca Nacional de Medicina para Toxicologia (EUA)
- ▶ **TWA:** “Time-Weighted Average” = Relação do tempo/peso para uma determinada droga
- ▶ **WHO:** “World Health Organization” = Organização Mundial da Saúde
- ▶ **WHOPES:** “WHO-Pesticide Evaluation Scheme” = Esquema de avaliação de pesticida – OMS

1.3. Glossário de Termos Associados e/ou Afins à Biossegurança

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT é uma entidade privada, sem fins lucrativos, credenciada como único Fórum Nacional de Normalização – Resolução nº 07 do CONMETRO, de 24.08.1992, responsável pela elaboração das Normas Brasileiras.

Segundo o seu *site*, ABNT foi fundada em 1940; sendo o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornece a base necessária ao desenvolvimento tecnológico no território Brasileiro. É membro fundador da Organização Internacional de padronização (International Organization for Standardization - ISO), da Comissão Panamericana de Normas Técnicas - COPANT e da Associação Mercosul de Normalização - AMN.

No *site* da ABNT pode-se encontrar, por exemplo, a Norma para lavagem, preparo e esterilização de materiais em laboratório de microbiologia apresentadas na NBR 11.257 que teve última atualização em 02.05.1990. Fixa procedimentos utilizados para lavar, preparar e esterilizar os vários tipos de vidrarias e materiais usados para ensaios microbiológicos. Além deste exemplo, existem outras NBRs nas diversas áreas que variam desde a normalização para bibliografias científicas a nomenclatura e recomendações em indústria automobilística.

ABNT / CB: Associação Brasileira de Normas Técnicas / Comitê Brasileiro composta por dois Organismos de Normalização Setorial e 47 comitês listados abaixo que normalizam diversas terminologias e registros de materiais e produtos utilizados nas mais diversas áreas técnicas e científicas do País:

Organismos de Normalização Setorial

- ▶ **ABNT / ONS-27:** Tecnologia Gráfica
- ▶ **ABNT / ONS-34:** Petróleo

Comitês:

- ▶ **ABNT / CB-01:** Mineração e Metalurgia
- ▶ **ABNT / CB-02:** Construção Civil
- ▶ **ABNT / CB-03:** Eletricidade
- ▶ **ABNT / CB-04:** Máquinas e Equipamentos Mecânicos
- ▶ **ABNT / CB-05:** Automotivo
- ▶ **ABNT / CB-06:** Metrô-Ferroviário
- ▶ **ABNT / CB-07:** Navios, Embarcações e Tecnologia Marítima
- ▶ **ABNT / CB-08:** Aeronáutica e Espaço
- ▶ **ABNT / CB-09:** Gases Combustíveis
- ▶ **ABNT / CB-10:** Química
- ▶ **ABNT / CB-11:** Couro e Calçados
- ▶ **ABNT / CB-12:** Agricultura e Pecuária
- ▶ **ABNT / CB-13:** Bebidas
- ▶ **ABNT / CB-14:** Finanças, Bancos, Seguros, Comércio e Documentação
- ▶ **ABNT / CB-15:** Mobiliário
- ▶ **ABNT / CB-16:** Transportes e Tráfego
- ▶ **ABNT / CB-17:** Têxteis e do Vestuário
- ▶ **ABNT / CB-18:** Cimento, Concreto e Agregados
- ▶ **ABNT / CB-19:** Refratários
- ▶ **ABNT / CB-20:** Energia Nuclear
- ▶ **ABNT / CB-21:** Computadores e Processamento de Dados

- ▶ **ABNT / CB-22:** Isolação Térmica e Impermeabilização
- ▶ **ABNT / CB-23:** Embalagem e Acondicionamento
- ▶ **ABNT / CB-24:** Segurança contra incêndio
- ▶ **ABNT / CB-25:** Qualidade
- ▶ **ABNT / CB-26:** Odonto – Médico - Hospitalar
- ▶ **ABNT / CB-28:-** Siderurgia
- ▶ **ABNT / CB-29:** Celulose e Papel
- ▶ **ABNT / CB-30:** Tecnologia Alimentar
- ▶ **ABNT / CB-31:** Madeiras
- ▶ **ABNT / CB-32:** Equipamentos de Proteção Individual
- ▶ **ABNT / CB-33:** Joalheria, Gemas, Metais Preciosos e Bijuteria
- ▶ **ABNT / CB-35:** Alumínio
- ▶ **ABNT / CB-36:** Análises Clínicas e Diagnóstico In Vitro
- ▶ **ABNT / CB-37:** Vidros Planos
- ▶ **ABNT / CB-38:** Gestão Ambiental
- ▶ **ABNT / CB-39:** Implementos Rodoviários
- ▶ **ABNT / CB-40:** Acessibilidade
- ▶ **ABNT / CB-41:** Minérios de Ferro
- ▶ **ABNT / CB-42:** Soldagem
- ▶ **ABNT / CB-43:** Corrosão
- ▶ **ABNT / CB-44:** Cobre
- ▶ **ABNT / CB-45:** Pneus e Aros
- ▶ **ABNT / CB-46:** Áreas Limpas e Controladas
- ▶ **ABNT / CB-47:** Amianto Crisotila
- ▶ **ABNT / CB-48:** Máquinas Rodoviárias
- ▶ **ABNT / CB-49:** Óptica e Instrumentos Ópticos

No site não estão registrados os comitês 27 e 34 (novembro de 2000)

ABNT/CB-36 – refere-se ao Comitê Brasileiro de Análises Clínicas e Diagnósticos In Vitro. Disposto e divulgado atualmente encontram-se: Superintendente: Eng. Humberto Marques Tibúrcio. Secretaria Técnica: SBAC - Sociedade Brasileira de Análises Clínicas. Rua Vicente Licínio, 95 - Praça da Bandeira / Cep: 20270-340 - Rio de Janeiro – RJ. Fone: (21) 264-4449 / Fax: (21) 204-0245 / E-mail: cb36@abnt.org.br.

ABNT/CB-32 - refere-se ao Comitê Brasileiro de Equipamentos de Proteção Individual. Coordenador: Sr. Sideneo Walter Torres Rios. Fone: (11) 4071-1499 / 9994-0953 (cel.) / E-mail: sideneo.rios@pmsanet.com.br.

Secretaria Técnica: ANIMASEG - Associação Nacional da Indústria de Materiais de Segurança. Rua Francisco Tapajós, 627 - sala 2 / CEP: 04153-001 - São Paulo – SP. Fone: (11) 577-8588. Fax: (11) 5581-5556 / E-mail: cb32@abnt.org.br.

ABNT / CB-25: Comitê Brasileiro de Qualidade e os Comitês ISO/TC relacionados. Categoria: O - membro observador | P - membro participante. Membro - P: ISO/TC 176. Superintendente: Eng. Julio César Carmo Bueno. Chefe de Secretaria: Eng. Heitor Estevão. Av. Treze de Maio, 13 - 12º andar - salas 1.213 a 1.215 – Centro. CEP: 20003-900 - Rio de Janeiro – RJ. Fone: (21) 220-6631 ou 532.5272 / Fax: (21) 220-6376. E-mail: cb25@abnt.org.br.

ABNT / CB-26: Comitê Brasileiro Odonto-Médico-Hospitalar. Coordenador: Eng. Djalma Luiz Rodrigues. Correspondência: Engº Fernando Dobermann. Secretaria Técnica: ABIMO - Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios. Av. Paulista, 1.313 - 8º andar - Sala 806. CEP: 01311-923 - São Paulo – SP. Fone: (11) 285-0155 ramal 32. Fax: (11) 285-0018. E-mail: cb26@abnt.org.br.

Comitês ISO / TC relacionados: Categoria: O - membro observador | P - membro participante. Membro - P: ISO/TC 84, ISO/TC 121, ISO/TC 150, ISO/TC 157, ISO/TC 198. Membro - O: ISO/TC 106, ISO/TC 168, ISO/TC 170, ISO/TC 173, ISO/TC 212.

- ▶ **ABSA:** “American Biological Safety Association” = Associação de Biossegurança Americana (nos Estados Unidos: <http://www.absa.org/> e no Canadá <http://www.absa-canada.org/>).
- ▶ **Adutos:** substâncias que abrangem todos os tipos de ligação entre pirimidinas adjacentes, mas que não formam um anel ciclo-butano. Raramente dobram C-C e T-T, embora forme em maior proporção de 6-4 T-C.
- ▶ **Agência governamental de administração de drogas e alimentos (EUA):** <http://www.fda.gov>.
- ▶ **Agência governamental de proteção do meio ambiente: (EUA):** <http://www.epa.gov>.
- ▶ **AIDS:** “Acquired Immunodeficiency Syndrome” = Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA). Síndrome, conjunto de sintomas que incluem febre, suor noturno, infartamento dos linfonodos, perda de peso, que ocorre em consequência da infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV). A característica fundamental para o quadro é uma generalização de infecção oportunista ou maligna causada pela deficiência imunológica (imunodeficiência). O contágio é geralmente por contato direto de fluidos e mucosa lesada, contato sexual ou lesão de tecidos com material contaminado através de objetos perfuro-cortantes.
- ▶ **Alérgeno:** Produto com característica antigênica que desencadeia reações alérgicas, particularmente reações de hipersensibilidade de tipo I, que são mediadas por IgE. (Exemplo: pólen, poeira, pelos de animais, componentes de alimentos, produtos químicos).
- ▶ **Alergia Atópica:** Sintomatologia que surge como consequência de uma susceptibilidade aumentada referente à hipersensibilidade mediada por IgE.
- ▶ **Alergia:** Reação sintomática que ocorre em consequência de uma interação do anticorpo ou de célula sensibilizada e um alérgeno (seja de origem natural ou sintética).
- ▶ **AnGM:** Animais Geneticamente Modificados

- ▶ **Antibioticoterapia:** Terapia ou tratamento no qual se utiliza a administração de antibióticos.
- ▶ **Anticorpo:** Molécula glicoprotéica, tetrapeptídica, composta por duas cadeias polipeptídicas pesadas e duas cadeias leves idênticas entre si, compondo uma estrutura, na extremidade aminoterminal denominada Fab, com aminoácidos organizados de forma variável que reconhece um epítipo particular de um antígeno. Uma região mais conservada nas espécies, denominada pela característica fisicoquímica Fragmento cristalizável (Fc), confere às diferentes classes da molécula suas características e capacidades biológicas. O anticorpo pode ser sintetizado e estar presente na membrana de linfócitos B maduros em repouso. Os anticorpos são produzidos por linfócitos do tipo B, mas são secretados por plasmócitos. Os anticorpos são encontrados no sangue circulante, nos fluidos biológicos dos vertebrados. A maior parte dos anticorpos é encontrada no plasma circulante e faz parte da fração gamaglobulínica que pode ser identificada por eletroforese ou outras técnicas imunológicas. É também denominado imunoglobulina com atividade antiantígeno; reage portanto, especificamente, com antígenos para neutralizá-los ou prepará-los para sua depuração no organismo. Após um estímulo com um imunógeno, um animal responde produzindo uma variedade de anticorpos dirigidos contra diferentes componentes do antígeno inoculado (polipeptídeos, polissacarídeos) e contra os distintos determinantes antigênicos (epitopos) de cada um destes componentes. Cada um desses determinantes antigênicos, por sua vez, poderá ser reconhecido por mais de um anticorpo, com diferentes afinidades. O conjunto dos anticorpos produzidos e secretados para o soro do animal imunizado, constitui o antissoro. O antissoro é então uma mistura heterogênea de anticorpos capazes de reagir com o antígeno.
- ▶ **Antídotos:** Compostos que neutralizam ou inativam substâncias tóxicas e venenos. O IPCS "International Programme on Chemical Safety" (IPCS) and the Commission of the European Union (EC) juntos detêm o projeto de avaliar antídotos usados no tratamento clínico de envenenamentos. A publicação da série "Antídotos Series" foi feita pela Cambridge University Press e as cópias podem ser obtidas pela Cambridge University Press, Cambridge CB2 2RU, England.
- ▶ **Antígeno:** Qualquer substância estranha reconhecida pelo organismo, sendo reconhecida por células do sistema imune, reagem especificamente com anticorpos e com receptores de células T e B. A depender do papel e da atividade desenvolvida no sistema pode ser denominado também de alérgeno, tolerógeno, imunógeno.
- ▶ **Antissoro:** Soro rico em anticorpos contra um dado antígeno. Conjunto de anticorpos, produzidos e secretados, presentes no soro do indivíduo ou animal imunizado. É uma mistura heterogênea de anticorpos capazes de reagir com os diferentes epitopos (sítios) de um determinado antígeno. Geralmente é utilizada em imunoterapia ou vacinação passiva, ou em testes imunodiagnósticos.
- ▶ **Antitoxina:** Anticorpo desenvolvido ou produzido contra uma determinada toxina utilizada no tratamento de doenças causadas por microorganismos toxigênicos (ex.: difteria, tétano, botulismo). Geralmente é utilizada em imunoterapia ou vacinação passiva.
- ▶ **Asma alérgica:** Sintomatologia caracterizada pela constrição da árvore brônquica como consequência da reação alérgica desencadeada por um dado alérgeno inalado.
- ▶ **Atividade:** Unidade radiológica que trata a fonte radioativa quantificando a sua taxa de radiação. Sendo que o número de desintegrações nucleares que ocorrem na amostra por unidade de tempo é assumida como a unidade do nuclídeo que apresente um dado número de desintegrações na unidade de tempo.

- ▶ **Atopia:** Alergia generalizada a vários alérgenos. Manifestação clínica de reação de hipersensibilidade tipo I incluindo eczema, asma e rinite.
- ▶ **ATSDR:** “Agency for Toxic Substances and Disease Registry” = Agência americana para registro de doenças e substâncias tóxicas. Contato: 1600 Clifton Rd. NE, Atlanta, GA30333. (404) 369-6000.
- ▶ **BALT:** “Bronchial-Associated Lymphoid Tissue” = Tecido linfóide denso e nodular associado à árvore respiratória, considerada como parte dos órgãos linfóides secundários difusos não encapsulados. Em português se denomina TLAB (Tecido Linfóide Associado aos Brônquios).
- ▶ **BCG:** “Bacillus Calmette-Guerin”, cepa atenuada do bacilo da tuberculose bovina *Mycobacterium bovis* usado como vacina para proteção contra tuberculose e lepra e como componente adjuvante. Sua nomenclatura se deve aos dois pesquisadores franceses que primeiro cultivaram o microorganismo.
- ▶ **BLS:** “Bureau of Labor Statistics”: <http://www.stats.bls.gov>.
- ▶ **CALT:** “Cutaneous-Associated Lymphoid Tissue” = tecido linfóide associado ao tecido cutâneo, considerado parte dos órgãos linfóides secundários difusos não encapsulados (Kuby, 1997). Em português denomina-se TLAC (Tecido Linfóide Associado ao tecido cutâneo).
- ▶ **Carcinogênica:** Droga, produto ou substância capaz de induzir direta ou indiretamente o câncer. Pode ocorrer exemplo de drogas que induzem o câncer de forma transplacentária (Penildon, 1998).
- ▶ **Carcinogenicidade:** Capacidade carcinogênica de uma determinada droga, produto ou substância.
- ▶ **CCRIS:** “Chemical Carcinogenesis Research Information System” – sistema que informa dados sobre carcinogenicidade, mutagenicidade, inibição e promoção de tumor – dados fornecidos pelo National Cancer Institute (NCI).
- ▶ **CDC:** “Control Disease Center” - Centro governamental americano que controla as doenças <http://www.cdc.gov>.
- ▶ **Choque Anafilático:** É uma reação alérgica também denominada Hipersensibilidade tipo I sistêmica, mediada pela reação de degranulação dos Mastócitos induzida por IgE.
- ▶ **CIS:** “Occupational Safety and Health Information Centre” - Centro de Informação de Saúde e Segurança Ocupacional. Fornece informações químicas sobre valores dos limites de exposição para químicos em diferentes países e contém informações de segurança química. Os dados podem ser obtidos no ILO Occupational Safety and Health Information Centre (CIS) - CIS-ILO 1211 Geneva 22, Switzerland.
- ▶ **Cromóforo:** Psoralenos ou furocumarinas - compostos aromáticos tricíclicos que quando irradiados entre 320-380 nm (UVA) interagem com ácidos nucleicos (DNA principalmente) produzindo a melanogênese, eritema.
- ▶ **DAC:** Dermatite Alérgica de Contato, reação de hipersensibilidade, que o paciente ou trabalhador suscetível e ao estar exposto pode apresentar, após contato ou exposição a componentes / compostos químicos, em períodos que variam geralmente de poucos dias a anos. Qualquer agente irritante pode promover a reação e caracterizar o risco do trabalhador em área de risco, uma vez que a epiderme pode perder sua barreira mais externa adiposa de proteção inicial. Se o contato com o agente irritante for contínuo, (ou seja, ocorrer uma rotina de trabalho com o agente irritante), a camada córnea da epiderme ao ser removida no processo patológico permitirá que a derme

fique exposta, e o trabalhador fique exposto a maior risco de infecções e acidentes em ambientes contaminados.

- ▶ **Diário Oficial da União (DOU):** Diário do Brasil onde são divulgados notícias e editais de caráter oficial.
- ▶ **Dispositivo de Proteção Coletiva (DPC):** Dispositivo ou equipamento utilizado para prevenção de acidentes e proteção de profissionais e cidadãos em áreas de trabalhos e arredores dos setores e unidades executoras de atividades de risco.
- ▶ **Dispositivo de Proteção Individual (DPI):** Dispositivo ou equipamento utilizado para proteção pessoal ou individual do profissional e prevenção de acidente nas atividades de trabalhos executados, bem como em setores e unidades que oferecem riscos de acidentes.
- ▶ **DIVISA:** Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário - coordena o Sistema de Vigilância Sanitária e faz parte da Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde (SUVISA) da Secretaria Estadual da Saúde. A estrutura da Vigilância Sanitária é formada pela unidade de nível central (DIVISA), pelos Núcleos de Vigilância da Saúde ou dos Núcleos Específicos de Vigilância Sanitária das trinta Diretorias Regionais hoje existentes e dos Núcleos de Vigilância já constituídos nos municípios. E-mail: divisa@saude.ba.gov.br.
- ▶ **EHC:** "Environmental Health Criteria". Série de monografias publicadas pela OMS e é responsável por divulgar fontes científicas, estabelecimento de padrões e regulamentações sobre segurança. As monografias são baseadas em publicações originais, literatura científica, exames e revisões das propriedades físicas e químicas, métodos analíticos, fontes de exposição industrial, cinética química incluindo absorção, distribuição, transformação e eliminação, efeitos iniciais e tardios em animais (carcinogenicidade, mutagenicidade e teratogenicidade). São publicados pela OMS - Suíça, e as cópias podem ser obtidas no Office of Distribution and Sales, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland.
- ▶ **Epidemia:** Ataque simultâneo de uma doença ou infecção a grande número de indivíduos na população de um país ou de uma região.
- ▶ **Equipamento de Proteção Coletiva (EPC):** Dispositivo ou equipamento utilizado para prevenção de acidentes e proteção de profissionais e cidadãos em áreas de trabalhos e arredores dos setores e unidades executores de atividades de risco. O mesmo que DPC.
- ▶ **Equipamento de Proteção Individual (EPI):** Dispositivo ou equipamento utilizado para proteção individual do profissional e prevenção de acidente nas atividades de trabalhos executados em setores e unidades que oferecem riscos de acidentes. O mesmo que DPI.
- ▶ **Fontes Geradoras:** Locais, setores que geram resíduos.
- ▶ **GE:** Produtos de trabalho acima de 10 litros.
- ▶ **Gene-Tox:** Dados de testes de mutagenicidade revisado pela "Environmental Protection Agency" (EPA).
- ▶ **Grande escala:** Produtos de trabalho acima de 10 litros (GE).
- ▶ **HSDB:** "Hazardous Substances Data Bank". Escopo científico revisado sobre toxicidade humana e animal, segurança e manipulação de substâncias perigosas.

- ▶ **HSG:** "Health and Safety Guides". Guias de segurança e saúde publicados pela OMS. Fornece informações concisas em linguagem não técnica sobre risco de exposição química, com aconselhamento prático médico e administrativo. São publicados pela OMS e as cópias podem ser obtidas no Office of Distribution and Sales, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland.
- ▶ **Imunização passiva:** Técnica utilizada antes da fase da descoberta e desenvolvimento dos antibióticos; consiste na administração de anticorpos pré-formados em outro animal, normalmente em outro indivíduo ou em cavalo recuperado da doença que promoveu a produção dos anticorpos. Utiliza-se atualmente em situações onde a aplicação de uma vacina é inadequada pelo tempo de infecção / acidente. Gamaglobulina pode ser administrada.
- ▶ **Imunoglobulina:** Molécula glicoprotéica, tetrapeptídica, composta por duas cadeias polipeptídicas pesadas e duas cadeias leves idênticas entre si, compondo uma estrutura, na extremidade aminoterminal denominada Fab, com aminoácidos organizados de forma variável que reconhece um epítipo particular de um antígeno. Uma região mais conservada nas espécies, denominada Fc, confere às diferentes classes da molécula suas características e capacidades biológicas. As classes de imunoglobulina (Ig) no homem são IgA, IgD, IgE, IgG e IgM e as subclasses são IgG1, IgG2, IgG3 e IgG4. IgA1 e IgA2. *Ver Anticorpo.*
- ▶ **Imunoprofilaxia:** Prevenção de contaminação ou de doenças infecto-contagiosas, através da administração de vacinas, por exemplo.
- ▶ **Imunoterapia:** Tratamento de paciente em caso de patologia com estratégia imunológica por aplicação de um soro contendo antitoxinas. Atualmente se utiliza em casos patológicos a administração de anticorpo específico contra um componente na tentativa de cura ou minimização de efeitos do quadro clínico de alguns tipos de tumores. A administração de citocinas tem sido utilizada em algumas enfermidades e patologias com sucesso.
- ▶ **Infecção hospitalar:** Infecção que é desencadeada ou iniciada em hospital por agentes infecto-contagiosos geralmente resistentes a antibióticos comuns e convencionais mais simples.
- ▶ **Infecção nosocomial:** Infecção que ocorre em hospital ou clínica e que não se mostrava presente ou em incubação no momento da admissão do paciente.
- ▶ **INMETRO:** É um órgão governamental com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais. A determinação do controle de qualidade em defesa do consumidor é a responsabilidade dos Laboratórios credenciados pelo INMETRO, que compõem a Rede Nacional de Laboratórios do INMETRO. *Site* do INMETRO: <http://www.inmetro.gov.br>.
- ▶ **Inserto:** Sequência de DNA a ser inserida em um organismo receptor ou parental.
- ▶ **Internet Greatful Med:** <http://igm.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **ICSC:** "International Chemical Safety Cards". Cartões de segurança química internacional. Resume as informações essenciais sobre substâncias químicas desenvolvidas cooperativamente pelo IPCS e pela Comissão da União Européia "Commission of the European Union" (EC). São publicados pela Commission of the European Union, e as cópias podem ser obtidas no Office for Official Publications of the European Union, 2 rue Mercier, L-2985 Luxembourg.

- ▶ **IRIS:** “Integrated Risk Information System” – sistema de documentação da agência “Environmental Protection Agency” (EPA) que dá suporte ao acesso de risco de saúde humana com propósito principal na identificação de risco e efeito dose-resposta.
- ▶ **IRPTC:** “International Register of Potentially Toxic Chemicals” - resumem a literatura de informação química incluindo resíduo e legislação.
- ▶ **ISBN:** O código de barras emitido pela Fundação Biblioteca Nacional - Departamento Nacional do Livro - Agência Brasileira do ISBN - Av. Rio Branco, 219 / 1º andar – CEP 20040-008 - Centro - Rio de Janeiro - RJ - Tel: (21) 262-8255 ramal 211 e 346 (Suely Aleixo) e ramal 337 (Fax).
- ▶ **JCAHO:** “Joint Committee on Accreditation of Healthcare Organizations” - Principal agência americana não governamental de creditação de hospitais (www.jcaho.org/).
- ▶ **JECFA:** “Joint Expert Committee on Food Additives” - Comitê de expertos reunidos sobre aditivos de alimentos. Monografias e avaliações toxicológicas de aditivos alimentares e contaminantes de resíduos de drogas veterinárias residuais são editados. Produzidas em associação *WHO / FAO Expert Committee on Food Additives JECFA*.
- ▶ **JMPR:** “Joint Meeting on Pesticide Residues” - Associação de encontro de resíduos pesticidas. Produzida pela *WHO / FAO Joint Meeting on Pesticide Residues JMPR*.
- ▶ **Mortalidade:** Taxa de morte decorrente de uma etiologia específica ou geral em uma determinada população, num determinado período ou idade.
- ▶ **Mutagênica:** Droga que é capaz de alterar o DNA em doses variadas sem ser tóxica para o indivíduo ou para seus órgãos e sistemas.
- ▶ **Mutagenicidade:** Capacidade de um determinado produto, droga ou composto de induzir mutação. Geralmente são compostos que causam danos e depleção à medula óssea em doses não tóxicas, inibição da espermatogênese em doses não tóxicas, inibição da mitose em doses máximas toleradas. Drogas que causam alteração no DNA.
- ▶ **NBR ISO 9/000 (ISO 9/000):** Tem como objetivo esclarecer os principais conceitos referentes à qualidade e às distinções e inter-relações entre elas, fornecendo ainda diretrizes para seleção e uso das normas da família NBR ISO 9/000; é composta de cinco normas 9/000, 9/001, 9/002, 9/003 e 9/004, a saber:
- ▶ **NBR ISO 9/001 (ISO 9/001):** Que especifica os requisitos de Sistema da Qualidade para quando um contrato entre duas partes exige a demonstração da capacidade do fornecedor (empresa) para projetar e fornecer produtos / serviços (é uma norma certificável).
- ▶ **NBR ISO 9/002 (ISO 9/002):** Que especifica os requisitos de Sistema da Qualidade para quando um contrato entre duas partes exige a demonstração da capacidade do fornecedor (empresa) para controlar os processos que determinam a aceitabilidade do produto fornecido (é uma norma certificável).
- ▶ **NBR ISO 9/003 (ISO 9/003):** Que especifica os requisitos de Sistema da Qualidade para quando um contrato entre duas partes exige a demonstração da capacidade do fornecedor em detectar e controlar a disposição de qualquer não-conformidade durante as etapas de inspeção e ensaios finais (é uma norma certificável).

- ▶ **NBR ISO 9/004** (ISO 9/004): Que descreve um conjunto básico de elementos através de quais sistemas de gestão da qualidade podem ser desenvolvidos e implementados. Ela não se destina a fins contratuais, reguladores ou certificação. A seleção dos elementos apropriados da norma e a extensão na qual esses elementos são adequados e aplicados por uma empresa depende dos fatores tais como o mercado atendido, a natureza do produto, os processos de produção e as necessidades dos consumidores.
- ▶ **NBR**: É a sigla de Norma Brasileira aprovada pela ABNT, de caráter voluntário, e fundamentada no consenso da sociedade. Torna-se obrigatória quando essa condição é estabelecida pelo poder público.
- ▶ **NCI**: “National Cancer Institute”: <http://www.nci.nih.gov>.
- ▶ **NIOSH**: “National Institute for Occupational Safety and Health”. Instituto Nacional para saúde e segurança do trabalho. Regulamenta e registra a legislação, os riscos químicos e agentes causadores ou desencadeadores de doenças, danos ocupacionais e prevenção ergonômica. Pesquisa fatores de risco e segurança psicológica. Refere segurança. Transporte de material de risco, regulamenta e informa sobre produtos pesticidas.
- ▶ **NB**: Nível de Biossegurança. Nível de segurança biológica recomendável para um dado setor que desenvolve atividade de risco para o profissional e comunidade. Pode ser classificado em 4 níveis: NB-1, NB-2, NB-3 e NB-4 referentes aos riscos de contaminação e conseqüente infecção. Recomenda-se ler o capítulo referente a classificação dos riscos biológicos.
- ▶ **NLM**: “National Library of Medicine”: <http://www.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **NR**: É a sigla de Norma Regulamentadora estabelecida pelo Ministério do Trabalho, com caráter obrigatório.
- ▶ **NRC**: “Nuclear regulatory Commission”: <http://www.nrc.gov>; E-mail: nrcweb@nrc.gov.
- ▶ **Ototoxicidade**: Complicações que podem resultar do uso de certas drogas, que levam do desenvolvimento de zumbidos e vertigens até a perda da audição, a depender do ramo coclear ou vestiblar afetado. A neomicina, canamicina e viomicina são drogas que provocam a perda da função auditiva. O ácido etacrínico causa perda auditiva. À cisplatina, deferoxamina, vacina contra parotidite, quinidina, quinina e aos salicilatos têm sido atribuídos a perda da audição.
- ▶ **PDSs**: Pesticide Data Sheets. As folhas de dados de pesticidas contêm informações básicas sobre a utilização segura dos pesticidas. São preparadas pela OMS em colaboração com a FAO e dá informação toxicológica básica de pesticidas. Os dados são preparados, revisados e atualizados por expertos cientistas.
- ▶ **PIM**: “Poisons Information Monographs”. Monografias informativas sobre venenos.
- ▶ **PIM**: “Poisons Information Monographs”. Monografias de informações de venenos. Um arquivo global com informações avaliadas de substâncias (químicas, farmacêuticas, plantas venenosas, e venenos animais) é um documento conciso, prático para facilitar o trabalho de especialistas, clínicos e analistas de venenos.
- ▶ **POP**: “Procedimento Operacional Padrão”. Conjunto de normas de operação padronizadas e de conhecimento para aplicação por todos os membros do grupo / equipe de trabalho.
- ▶ **Receptor**: (Biol. Molecular) Também chamado parental, vai ser o organismo que vai receber o inserto gênico do organismo doador.

- ▶ **SIDA:** Síndrome da Imunodeficiência Adquirida. Conjunto de sintomas incluindo febre, suor noturno, infartamento dos linfonodos, perda de peso que ocorre em consequência da infecção com o vírus da imunodeficiência humana (HIV). Característica fundamental para o quadro de infecção é um quadro de infecção oportunista ou maligna.
- ▶ **Specialized Information Service Division:** <http://sis.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **Teratogenicidade:** Toxicidade que gera anomalias congênitas. De diversos graus pode acometer órgãos vitais. Pode haver malformações ou anomalias de órgãos internos ou ainda o defeito pode ser evidenciado nos exames de rotina. Pode haver ainda a malformação aberrante, bizarra, com extremos de anormalidade anatômicas, o que é denominada monstruosidade. O acesso da droga ao embrião pode ser através de diferentes mecanismos de transferência placentária: difusão simples, difusão facilitada por moléculas transportadoras, transporte ativo, pinocitose ou pela presença de fissuras na placenta.
- ▶ **Toxicidade Aguda:** Capacidade de uma droga interagir ou afetar o sistema em curtos intervalos de tempo. Pode afetar importantes funções orgânicas com efeitos observados na locomoção, comportamento, respiração por sinais de vômito e convulsões. O efeito da droga varia de acordo com o grau de exposição, velocidade e grau de absorção, podendo acometer de diferente forma indivíduos do mesmo sexo, de diferentes idades, empregando-se diferentes vias de administração.
- ▶ **Toxicidade Crônica:** Capacidade de uma droga interagir ou afetar o sistema a longo prazo, por longo período de tempo. Podem-se observar lesões reversíveis ou irreversíveis. Alterações na fisiologia, na aparência e / ou no comportamento podem ser observadas.
- ▶ **Toxicidade Ocular:** A patologia iatrofarmacogênica pode envolver a córnea, vítreo, câmara anterior, retina e nervo óptico. As conjuntivas podem fazer parte do quadro de eritema multiforme desencadeado por drogas.
- ▶ **Toxicology and Environmental Health Information Program:** <http://sis.nlm.nih.gov/tehip.htm>.
- ▶ **TOXLINE:** National Library of Medicine for Toxicology = Contato: 8.600 Rockenville Pike, Bethesda, MD 20814. (800) 638-8480.
- ▶ **Toxnet:** <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?dartb.htm>.
- ▶ **Transgênico:** Refere-se ao que foi geneticamente modificado ou alterado. Diversas técnicas dentro das áreas da genética e da biologia molecular podem ser utilizadas na preparação de organismos ou animais transgênicos.
- ▶ **Vacina:** Forma de imunização ativa, administração de preparado antigênico não virulento. Visando induzir uma resposta imune específica e de memória de linfócitos T e linfócitos B. Há vários tipos de vacinas atualmente: vacina atenuada, vacina de DNA, vacina morta, vacina de peptídeos sintéticos, vacina de subunidades de antígenos polipeptídicos purificados.

1.4. Endereços Úteis

- ▶ **ABNT / CB-25 - Comitê Brasileiro de Qualidade e os Comitês ISO / TC relacionados:** Av. Treze de Maio, 13 - 12º andar - salas 1.213 a 1.215 – Centro. CEP: 20003-900 - Rio de Janeiro – RJ. Fone: (21) 220-6631 ou 532.5272/ Fax: (21) 220-6376. E-mail: cb25@abnt.org.br.
- ▶ **ABNT / CB-26 - Comitê Brasileiro Odonto-Médico-Hospitalar:** Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios. Av. Paulista, 1.313 - 8º andar - Sala 806. CEP: 01311-923 - São Paulo – SP. Fone: (11) 285-0155 ramal 32. Fax: (11) 285-0018. E-mail: cb26@abnt.org.br.
- ▶ **ABNT / CB-32: Comitê Brasileiro de Equipamentos de Proteção Individual.** Fone: (11) 4071-1499 / 9994-0953 (cel.) / E-mail: sideneo.rios@pmsanet.com.br.
- ▶ **ABNT / CB-36: Comitê Brasileiro de Análises Clínicas e Diagnósticos In Vitro.** Rua Vicente Licínio, 95 - Praça da Bandeira / Cep: 20270-340 - Rio de Janeiro – RJ. Fone: (21) 264-4449 / Fax: (21) 204-0245 / E-mail: cb36@abnt.org.br.
- ▶ **ABSA:** “American Biological Safety Association” = Associação de Biossegurança Americana (nos Estados Unidos: <http://www.absa.org/> e no Canadá <http://www.absa-canada.org/>).
- ▶ **AIDS:** www.saúde.gov.br/aids / www.hivnet.fhcrc.org/.
- ▶ **Associação Nacional da Indústria de Materiais de Segurança:** Rua Francisco Tapajós, 627 - sala 2 / CEP: 04153-001 - São Paulo – SP. Fone: (11) 577-8588. Fax: (11) 5581-5556 / E-mail: cb32@abnt.org.br.
- ▶ **ANBio: Associação Nacional de Biossegurança:** www.anbio.org.br/.
- ▶ **Biblioteca Nacional de Medicina – USA (NLM):** “National Library of Medicine”: <http://www.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **BLS:** “Bureau of Labor Statistics”: <http://www.stats.bls.gov>.
- ▶ **CDC:** Centro governamental americano de controle de doenças: <http://www.cdc.gov>.
- ▶ **NRC: Comissão de regulamentação Nuclear-USA:** <http://www.nrc.gov>; e-mail: nrcweb@nrc.gov.
- ▶ **CTNBio: Comissão Técnica Nacional de Biossegurança:** ctnbio@mct.gov.br.
- ▶ **Comitê de Creditação de Organizações de Cuidados da Saúde – USA (JCAHO):** (www.jcaho.org/).
- ▶ **Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública do Rio de Janeiro:** (21) 598-4413 / 4414.
- ▶ **Conselho Federal de Farmácia:** www.cff.org.br.
- ▶ **Conselho Regional de Farmácia:** www.stc.com.br/crf/.
- ▶ **Contato para informações oficiais dos Estados Unidos sobre filtros respiradores:** Chief, Certification and Quality Assurance Branch, Division of Safety Research, NIOSH, 1095 Willowdale Road, Morgantown, West Virginia 26505-2888. Tel. (304) 285-5907.

- ▶ **Dados Estatísticos do Governo Brasileiro:** <http://datasus.saúde.gov.br>.
- ▶ **DIRES:** Diretorias Estaduais e Regionais de Saúde

Quadro 1.1 – Relação das DIRES

DIRES	SEDE	TELEFONES	FAX
1 ^a	Salvador	(71) 386-2615 386-7350 386-8299	(71) 386-4306 386-6392 386-7739
2 ^a	Feira de Santana	(75) 623-7784 623-0099 623-1450	(75) 221-7335
3 ^a	Alagoinhas	(75) 422-3802 422-3568 422-1493	(75) 422-4282
4 ^a	Santo Antonio de Jesus	(75) 731-4650	(75) 731-4650
5 ^a	Gandu	(73) 254-1556 254-0396	(73) 254-1555
6 ^a	Ilhéus	(73) 634-5100	(73) 231-5359 634-3342
7 ^a	Itabuna	(73) 613-3822 613-9861 221-2287	(73) 613-0849
8 ^a	Eunápolis	(73) 281-5174	(73) 281-6970
9 ^a	Teixeira de Freitas	(73) 292-5133 292-5613	(73) 292-5813
10 ^a	Paulo Afonso	(75) 281-3345	(75) 281-1386
11 ^a	Cícero Dantas	(75) 278-2129	(75) 278-2388 278-2210
12 ^a	Serrinha	(75) 261-2424	(75) 261-2424
13 ^a	Jequié	(73) 525-3801 525-3802	(73) 525-2312
14 ^a	Itapetinga	(77) 261-1665 261-3503 261-3462	(77) 261-3025

(continua)

Quadro 1.1 – Relação das DIRES (continuação)

DIRES	SEDE	TELEFONES	FAX
15 ^a	Juazeiro	(74) 611-6123 611-6252 611-6541	(74) 611-6123 611-6252 611-6541
16 ^a	Jacobina	(74) 621-3277 621-3779 621-3952	(74) 621-3277
17 ^a	Mundo Novo	(74) 626-2222 626-2221	(74) 626-2221
18 ^a	Itaberaba	(75) 251-1419	(75) 251-1419
19 ^a	Brumado	(77) 441-3210	(77) 441-3210
20 ^a	Vitória da Conquista	(77) 422-3434 422-3431 422-3353	(77) 442-3368
21 ^a	Irecê	(74) 641-3011	(74) 641-3011
22 ^a	Ibotirama	(77) 698-1255	(77) 698-1255
23 ^a	Boquira	(77) 645 –2225	(77) 645-2166
24 ^a	Caetité	(77) 454-1816 454-1818	(77) 454-1642
25 ^a	Barreiras	(77) 611-4081	(77) 611-4081
26 ^a	Santa Maria da Vitória	(77) 483-1816	(77) 483-4020
27 ^a	Seabra	(75) 331-1623	(75) 331-1623
28 ^a	Senhor do Bonfim	(74) 541-4196	(74) 541-3393
29 ^a	Amargosa	(75) 734-1011	(75) 734-1012
30 ^a	Guanambi	(77) 451-6103 451-3103	(77) 451-6035

(conclusão)

- ▶ **Distribuidora de Critérios de Saúde do Meio Ambiente:** “Environmental Health Criteria” (EHC): Office of Distribution and Sales, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland.
- ▶ **DIVEP: Diretoria de Vigilância Epidemiológica - SESAB:** (71) 371-8944 / 370-4372 e 371-0655.
- ▶ **DIVISA: Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário:** divisa@saude.ba.gov.br.
- ▶ **Divisão de Serviço de Informação especializada – USA (SIS):** <http://sis.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **Emergências AIDS:** www.saude.gov.br/aids / www.hivnet.fhcr.org/.
- ▶ **Empresa de Produtos de proteção coletiva e individual - Brasil: Empresa Fitesa:** <http://www.fitesa.com.br/FF/default.htm>.
- ▶ **Empresa de Produtos de proteção coletiva e individual – Brasil: Empresa Balaska:** <http://www.balaska.com.br/>.
- ▶ **Empresa de Produtos de Proteção Coletiva e Individual – Inglaterra: Empresa Fischer:** <http://www.fisher.co.uk/>.
- ▶ **EPA: Agência governamental de proteção do meio ambiente (EUA):** <http://www.epa.gov/>.
- ▶ **Exigências do Material de Segurança e saúde do trabalhador:** Departamento do trabalho do MSHA “Mini Safety and Health Administration”. <http://www.msha.gov/>.
- ▶ **FDA:** Agência governamental de administração de drogas e alimentos (EUA): <http://www.fda.gov>.
- ▶ **HIV:** www.saude.gov.br/aids / www.hivnet.fhcr.org/.
- ▶ **INMETRO:** <http://www.inmetro.gov.br>.
- ▶ **Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional - USA (NIOSH):** “National Institute for Occupational Safety and Health”: <http://www.niosh.gov>. <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html> ou ainda o Setor de Impressão do Governo - telefones: (202) 512-1387 and (202) 219-4784.
- ▶ **Instituto Nacional do Câncer - USA (NCI):** “National Cancer Institute”: <http://www.nci.nih.gov>.
- ▶ **ISBN:** O código de barras / Fundação Biblioteca Nacional - Departamento Nacional do Livro - Agência Brasileira do ISBN - Av. Rio Branco, 219/1º andar – CEP 20040-008 - Centro - Rio de Janeiro - RJ - Tel: (21) 262-8255 ramal 211 e 346 (Suely Aleixo) e ramal 337 (fax).
- ▶ **JCAHO:** “Joint Committee on Accreditation of Healthcare Organizations”. principal agência americana não governamental de creditação de hospitais (www.jcaho.org/).
- ▶ **Medicina Gratuita pela Internet:** <http://igm.nlm.nih.gov/>.
- ▶ **Nomenclatura Viral:** www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTV.
- ▶ **Núcleo de Biossegurança da Fiocruz:** www.fiocruz.br/biosafety.
- ▶ **OMS: Organização Mundial da Saúde:** www.who.org / www.who.ch/wer/wer-home.html / <http://www.who.int/vaccines-diseases/> WHO – technical Reports. Setor de Doenças Transmissíveis. Organização Mundial da Saúde 1221 Genebra 27, Suíça.

- ▶ **OSHA – USA:** http://www.osha-slc.gov/OshStd_data/1910_1048.html.
- ▶ **Programa de Informação de Toxicologia e Saúde do Meio Ambiente:** <http://sis.nlm.nih.gov/tehip.htm>.
- ▶ **Segurança de sistemas e soluções:** Safety Systems & Solutions, Inc. / 789 Burden Avenue, Troy, New York 12180 / (518) 272-0305, FAX: (518) 272-0308 - e-mail: info@safetysystems.com.
- ▶ **Serviço de Medicina do Trabalho:** Ambulatório de Saúde do Trabalhador / Escola Nacional de Saúde Pública do Rio de Janeiro: (21) 598-4413 / 4414.
- ▶ **SMS – VISA (Vigilância Sanitária do Município de Salvador):** (71) 336-5522 / 5291.
- ▶ **TOXLINE:** “National Library of Medicine for Toxicology” = Contato: 8600 Rockenville Pike, Bethesda, MD 20814. (800) 638-8480.
- ▶ **Toxnet:** <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?dartb.htm>.
- ▶ **Vacinas:** <http://www.who.int/vaccines-diseases> - <http://vaccines.com> - <http://childrensvaccine.org/html/>.
- ▶ **Vigilâncias Sanitárias Estaduais:**

Quadro 1.2 –Relação das Vigilâncias Sanitárias Estaduais

UF	SEDE	TELEFONES	FAXS
AC	Rio Branco	(68) 223-3432	(68) 223-3432
AL	Maceió	(82) 315-1666	(82) 315-1665
AM	Manaus	(92) 611-4566	(92) 611-4566
AP	Macapá	(96) 212-6119	(96) 212-6182
BA	Salvador	(71) 336-5344 336-9306	(71) 336-9306
CE	Fortaleza	(85) 488-5801 488-5802	(85) 488-5801
DF	Brasília	(61) 325-4811 325-4812	(61) 322-2182 325-4806
ES	Vitória	(27) 381-2427	(27) 381-2472
GO	Goiânia	(62) 291-5326	(62) 291-5005
MA	São Luís	(98) 246-7300	(98) 246-7300
MG	Belo Horizonte	(31) 3248-6193 3248-6195	(31) 3248-6197

(continua)

Quadro 1.2 –Relação das Vigilâncias Sanitárias Estaduais (continuação)

UF	SEDE	TELEFONES	FAXS
MS	Campo Grande	(67) 726-4077 Ramal 241	(67) 726-4077 Telex 673049
MT	Cuiabá	(65) 313-2281 313-2787	(65) 644-2297
PA	Belém	(91) 223-3339	(91) 223-339 Telex 912391
PB	João Pessoa	(83) 241-2958 241-3116	(83) 241-3843 Telex 832228
PE	Recife	(81) 312-6261 412-6260 412-6413	(81) 423-9871
PR	Curitiba	(41) 333-3304 Ramal 300 330-4467	(41) 333-4479 Telex 416076
RJ	Rio de Janeiro	(21) 240-2007	(21) 220-9918
RO	Porto Velho	(69) 229-5964	(69) 229-5964
RR	Boa Vista	(95) 623-9282	(95) 623-2880
RS	Porto Alegre	(51) 227-2742	(51) 227-3409
SC	Florianópolis	(48) 251-7806 251-7909	(48) 251-7907
SE	Aracaju	(79) 246-4191	(79) 246-4191
SP	São Paulo	(11) 256-2355 256-2747 256-7611 Ramais 112 / 113	(11) 258-9745
TO	Palmas	(63) 218-1763 218-2738	(63) 218-1781

(conclusão)

- ▶ **WHO - Technical Reports:** Setor de Doenças Transmissíveis. Organização Mundial da Saúde 1221 Genebra 27, Suíça. Ver *OMS*.

Organizações não governamentais

- ▶ **American Academy of Pediatrics:** www.aap.org/family/parents/vaccine.htm.
- ▶ **Division of Immunization – Canadá:** www.hc-sc.gc.ca/hpb/lcdc/bid/.
- ▶ **Food and Drug Administration (USA):** www.fda.gov/cber/vaers.html.
- ▶ **Global Alliance for Vaccines and Immunization (GAVI).**

- ▶ **Grupo da Aliança “Alliance Group”** (que inclui o Bill and Melinda Gates Children's Vaccine Program): <http://www.vaccinealliance.org>.
- ▶ **Immunization Action Coalition**: www.immunize.org.
- ▶ **Infectious Disease Society of America “Vaccine Initiative”**: <http://www.idsociety.org/vaccine/index.html>.
- ▶ **Institute for Vaccine Safety**: www.vaccinesafety.edu.
- ▶ **International Committee of the Red Cross**: <http://www.icrc.ch>.
- ▶ **IPCS- “International Programme on Chemical Safety” e EC- “Commission of the European Union”**: Juntos detêm o projeto de avaliar antídotos usados no tratamento clínico de envenenamentos. A publicação da série “Antídotes Series” foi feita pela Cambridge University Press e as cópias podem ser obtidas pela Cambridge University Press, Cambridge CB2 2RU, England.
- ▶ **International Vaccine Institute, Seoul, Korea and the National Network for Immunization Information**: www.vaccines.org.
- ▶ **Japanese National Institute of Health and Nutrition**: <http://www.nih.go.jp/eiken/index.html>.
- ▶ **Lions Clubs International**: <http://www.lions.org/>.
- ▶ **National Immunization Program – USA**: www.cdc.gov/nip/vacsafe.
- ▶ **National Institute of Biological Standardisation and Control (UK)**: <http://www.nibsc.ac.uk/>.
- ▶ **RIVM of the Netherlands**: <http://www.rivm.nl/>.
- ▶ **Rotary International**: <http://www.rotary.org/>.
- ▶ **SIGN: “Safe Injection Global Network”**: www.injectionsafety.org.
- ▶ **Vaccine Adverse Event Reporting System (USA)**: www.vaers.org.
- ▶ **World Bank**: <http://www.worldbank.org/>.

1.5. Referências Bibliográficas

1.5.1. Impressos

- ▶ ABBAS, A.; LICHTMAN, A. H. & POBER, J.S. **Imunologia celular e molecular**, 4^a ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
- ▶ GOLDSBY, R. A.; Kindt, T. J., OSBORNE, B. A. **Kuby Immunology**, 4th ed. New York: W.H. Freeman, 2000.
- ▶ JANEWAY, C., TRAVERS, P. **Imunobiologia: o sistema imune na saúde e na doença**, 4^a ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

- ▶ ROITT, I.; Brostoff, J., MALE, D. **Imunologia**, 1^a ed. São Paulo: Manole, 1999.
- ▶ ROSE, N.; De Macario, E.C.; Folds, J.D.; Lane, H.C.; Nakamura, R.M. **Manual o clinical laboratory imunology**, 5th ed American Society for Microbiology (ASM Press), 1997.
- ▶ SILVA, Penildon. **Farmacologia**, 5^a ed. Guanabara Koogan, 1998.

1.5.2. Internet

- ▶ ABNT: <http://www.abnt.org.br/>; <http://www.abnt.org.br/normas1/>.
- ▶ INMETRO: <http://www.inmetro.gov.br>.
- ▶ OMS: www.who.org / www.who.ch.

2. O Papel da Vigilância Sanitária

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário - DIVISA

2.1. Introdução

A Vigilância Sanitária é por definição *“um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde”* (Lei Orgânica da Saúde – Lei 8.080 de 19/09/1990, Art. 6º Inciso I).

Desse modo, o objetivo do desenvolvimento das ações de Vigilância Sanitária vai mais além que garantir que os produtos, assim como serviços prestados tenham um nível de qualidade tal que elimine ou minimize a possibilidade de ocorrência de efeitos negativos à saúde provocados pelo consumo de bens e da prestação de serviços impróprios.

É preciso entender Vigilância Sanitária como parte integrante, e primeira da área da saúde, sendo conjunto de ações específicas de proteção a esta, que em última análise contempla os mais diversos campos de atuação, desde os específicos da área sanitária até outros, a exemplo do saneamento, educação, segurança entre tantos mais que contribuem para a qualidade de vida.

As ações desenvolvidas pela Vigilância Sanitária são de caráter educativo (preventivo), normativo (regulamentador), fiscalizador e em última instância, punitivo. Elas são desenvolvidas nas esferas federal, estadual e municipal e ocorrem de forma hierarquizada de acordo com o estabelecido na Lei Orgânica da Saúde (**Lei 8.080/90**), na **Portaria Ministerial 1565/94 – GM/MS**, que instituiu o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, e na Lei Federal 9.782, de 26 de Janeiro de 1999, que define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.

Do ponto de vista histórico a vigilância sanitária foi constituída com base em um modelo tradicional e cartorial, pautado no modelo burocrático, priorizando o poder de polícia administrativa. A partir de 1964, com a nova ordem instituída nos países, é adotada uma política centralizadora configurando-se num retrocesso no setor saúde. Surgem posteriormente nas universidades, entidades de classe e em outros espaços relacionados à área, movimentos de denúncia da inadequação da política de saúde em vigor no país. Todo esse esforço ganha projeção nacional através da mídia e da sociedade em geral, com a realização em 1986 da 8ª Conferência de Saúde, que sem dúvida representou um marco histórico para a saúde e para a instituição do Sistema Único de Saúde – SUS, sistema este criado a partir da promulgação de Constituição Federal em 1988, da qual transcrevemos:

Art. 198 "As ações e serviços públicos de saúde integram uma rede regionalizada e hierarquizada e constituem um sistema único, organizado de acordo com as seguintes diretrizes":

- I. **Descentralização**, com direção única em cada esfera de governo;*
- II. **Atendimento integral**, com prioridade para as atividades preventivas sem prejuízo dos serviços assistências;*
- III. **Participação da comunidade"***

As Leis e Portarias que foram editadas posteriormente à Constituição de 1988, em especial a Lei Orgânica da Saúde - Lei 8.080 de 19 de setembro de 1990 e a Portaria Federal de nº 1.565 de 26 de agosto de 1994 que "*Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência, esclarece a competência das três esferas de governo e estabelece as bases para a descentralização da execução de serviços e ações de vigilância em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde*", determinam uma nova lógica no desenvolvimento das ações de saúde e em particular de vigilância sanitária. Assim, a Vigilância Sanitária do Estado da Bahia, procura desenvolver as suas ações com diretrizes voltadas prioritariamente para o planejamento, programação das ações, capacitação de recursos humanos quer seja da instância estadual, como contribuindo para a capacitação dos recursos humanos da esfera municipal, objetivando a descentralização e efetivação do SUS e, por conseguinte, buscando garantir uma racionalização dos serviços a serem prestados com conseqüente melhoria na qualidade de vida da população.

A partir do marco referencial que foi a 8ª Conferência de Saúde, o pensar e o agir em saúde e em especial em vigilância sanitária, assume novas dimensões. A busca agora é pela unidade de suas ações nos vários campos de atuação e não mais se restringir a ações pontuais e individuais de vigilância a produtos (alimentos, medicamentos, cosméticos e correlatos) e em portos, aeroportos e fronteiras. Seu campo de ação passa a estender-se aos diversos segmentos envolvidos ou que venha a ter interferência na saúde da população, desde os serviços de saúde e outros de interesse desta, saneamento básico, meio ambiente em geral a ambiente e processo de trabalho, no que se refere à saúde dos trabalhadores, além da produção, guarda, transporte e utilização de outros bens, substâncias e produtos psicoativos, tóxicos, radioativos, sangue e hemoderivados e radiações.

Com essa abrangência e perspectiva, a Vigilância Sanitária inicia uma nova caminhada para um novo momento, chegando ao conceito maior de Vigilância da Saúde, que contempla e associa as ações de vigilância sanitária, vigilância epidemiológica e saúde do trabalhador. É uma dimensão de universalidade e integralidade dentro de um sistema de saúde.

Temos então, uma prática de vigilância sanitária que lança mão, não apenas do seu poder de polícia administrativa, mas que acrescenta à sua prática o uso da epidemiologia, das análises laboratoriais, da educação sanitária e do processo de acompanhamento e monitoramento das atividades e do impacto por eles produzidos, sendo pressuposto básico a realização de um trabalho que envolva os vários setores implicados no problema identificado, onde as ações de promoção da saúde, assim como as ações preventivas e mesmo as curativas, estejam contempladas dentro de uma determinada delimitação espacial, definida aqui como o espaço mínimo de cada município.

2.2. Atividades da Vigilância Sanitária

A garantia da qualidade de produtos e serviços estabelece o parâmetro das decisões que devem ser tomadas no âmbito da vigilância sanitária, aliando o conhecimento epidemiológico na avaliação dos riscos e danos que possam interferir na saúde do indivíduo.

Portanto, a mensuração das clássicas variáveis relativas ao lugar, ao tempo e às pessoas envolvidas em tais eventos, bem como relações de causalidade, constitui o principal instrumento de análise e planejamento das atividades de vigilância sanitária.

As informações epidemiológicas são necessárias para consubstanciar a ação de vigilância sanitária, sendo fundamentais aquelas referentes às ocorrências associadas ao consumo de produtos e uso de serviços e cujas conseqüências possam ser, sobretudo, mensuradas pelas suas taxas de incidência, mortalidade, dentre outras.

As atividades desenvolvidas pela Vigilância Sanitária devem ser pautadas de forma restrita na materialização da qualidade de produtos e serviços prestados à população, buscando desenvolver ações integradas a partir do planejamento, execução e conclusão de todas as fases do desenvolvimento das ações.

A seguir transcrevemos o Artigo 6º da Portaria Ministerial nº 1.565 de 26 de agosto de 1994 no qual estão explicitados os campos de exercício da Vigilância Sanitária:

“São os seguintes os campos onde se exercerá nas três esferas de governo do Sistema Único de Saúde e segundo a respectiva competência legal, a ação da Vigilância Sanitária:

- I. Proteção do ambiente e defesa do desenvolvimento sustentado;*
- II. Saneamento básico;*
- III. Alimentos, água e bebidas para consumo humano;*
- IV. Medicamentos, equipamentos, imunobiológicos e outros insumos de interesse para a saúde;*
- V. Ambiente e processos de trabalho e saúde do trabalhador;*
- VI. Serviços de assistência à saúde;*
- VII. Produção, transporte, guarda e utilização de outros bens, substâncias e produtos psicoativos, tóxicos e radiativos;*
- VIII. Sangue e hemoderivados;*
- IX. Radiações de qualquer natureza; e*
- X. Portos, aeroportos e fronteiras.*

§ 1º A atuação política e administrativa prevista nos incisos deste artigo será realizada por iniciativa própria dos órgãos incumbidos da Vigilância Sanitária, ou a partir de proposta ou notificação feitas por outros órgãos e entidades públicas e por qualquer cidadão, entidade de classe, associação comunitária ou órgão de defesa do consumidor.

§ 2º No tocante à matéria dos Incisos I, II, III e X a atuação dos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e a decorrente de articulação inter-setorial com órgãos e entidades de outros Ministérios darão ênfase à preservação do equilíbrio dos ecossistemas regionais, protegendo-os da ação de fatores poluentes e da invasão de agentes biológicos.

§ 3º Além da realização e promoção de estudos às pesquisas interdisciplinares, da identificação de fatores potencialmente prejudiciais à qualidade de vida e da avaliação de resultados de interesse para a saúde, aos de vigilância sanitária cabe a aplicação de condicionamentos administrativos ao exercício de direitos individuais e coletivos.”

A função da Vigilância Sanitária na área de produtos (alimentos, cosméticos, medicamentos, saneantes domissanitários e produtos correlatos) é de certificar-se de que, ao serem disponibilizados para consumo, esses produtos estejam em conformidade com normas e padrões higiênico-sanitários. Assim, as atividades da área devem priorizar o conhecimento amplo destas normas e padrões, promover a comparação dos produtos com a sua formulação predeterminada (investigação da qualidade) e a tomada de medidas para evitar desvios desses padrões, atendendo desta forma, ao caráter preventivo das ações de Saúde Pública nas quais a Vigilância Sanitária se insere.

Há pouco tempo atrás, a inspeção da qualidade (verificação da conformidade com as normas e padrões estabelecidos) incidia apenas sobre o produto final e em circulação no mercado, o que conduzia à aceitação ou rejeição do mesmo. Isto implicava um caráter restritivo das ações, devido ao limite de infra-estrutura dos órgãos de vigilância.

Buscando a eficácia das ações, a metodologia de inspeção tende a ser ampliada para um conceito de Qualidade Total, exercida em todo o ciclo da produção, desde o planejamento do produto, das instalações físicas e equipamentos de produção, da aquisição e armazenamento de matérias-primas, do processo de produção e das interações com o meio ambiente interno e externo da área de produção, dos processos de acondicionamento e expedição do produto, estendendo-se até o seu rastreamento, após a comercialização. Esta metodologia, então, tende a tornar o controle da qualidade do produto um trabalho de todos que nele estejam envolvidos (do produtor ao consumidor) e não apenas tarefa do inspetor de vigilância sanitária, dentro portanto, do novo modelo preconizado pelo SUS. As análises laboratoriais continuam porém, com caráter de verificação, após o cumprimento de todos os requisitos exigidos no ciclo de produção.

Busca-se ainda, avançar neste processo de perseguir a “garantia de prestação de serviços e produção de bens” de qualidade e seguros do ponto de vista sanitário, e para tanto, começa a se investir na vigilância de produtos pós comercialização, partir da implantação de práticas de farmacovigilância, hemovigilância e tecnovigilância. Quanto às atividades básicas nesta área de atuação, estão relacionadas às atividades de transporte, distribuição e comercialização dos produtos, além da prestação de alguns serviços de interesse da saúde. Desse modo, a inspeção de estabelecimentos que prestam serviços na área do comércio (tais como restaurantes, supermercados, feiras-livres) e demais estabelecimentos que lidam com alimentos, bem como aqueles que comercializam medicamentos (como as distribuidoras, drogarias e outros ligados à venda de produtos químicos sujeitos à Vigilância Sanitária), e os correlatos, a exemplo de óticas, é hoje de responsabilidade dos municípios, assim como o controle de consultórios, clínicas, asilos, creches, dentre outros serviços.

É importante assinalar que, quer seja no desenvolvimento de ações de maior complexidade a exemplo do controle dos processos industriais, que ainda hoje se dá pelo nível central (DIVISA) quer pelas ações de média ou baixa complexidade, o objetivo dessas ações é o da promoção, prevenção e proteção da saúde do indivíduo e da coletividade.

2.3. Normas e Diretrizes em Vigilância Sanitária

2.3.1. Aspectos Normativos e Diretrizes Legais

Tendo em vista que para o desenvolvimento das ações de Vigilância Sanitária faz-se necessário o conhecimento amplo das Normas e Diretrizes legais que, aliadas ao conhecimento técnico-científico, instrumentalizam as ações na busca da garantia da qualidade de serviços e produtos, listamos a seguir as legislações específicas ao trabalho do técnico de Vigilância Sanitária, para execução de suas atividades básicas:

Legislação Federal

- ▶ **Constituição Federal de 05 de outubro de 1988** (Título VIII - Da Ordem Social, Capítulo II - Da Seguridade Social, Seção II - Da Saúde, Art. 196 a 200).
- ▶ **Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990** (dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 5.991 de 17 de dezembro de 1973** (dispõe sobre o controle sanitário do comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos, e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976** (dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos, e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 6.437 de 20 de agosto de 1977** (configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 9.782 de 26 de janeiro de 1999** (define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências).
- ▶ **Decreto-Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969** (institui normas básicas sobre alimentos).
- ▶ **Decreto nº 74.170 de 10 de junho de 1974** (regulamenta a Lei nº 5.991, de 17 de dezembro de 1973, que dispõe sobre o controle sanitário do comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos).
- ▶ **Decreto nº 77.052 de 19 de janeiro de 1976** (dispõe sobre a fiscalização sanitária das condições de exercício de profissões e ocupações técnicas e auxiliares, relacionadas diretamente com a saúde).
- ▶ **Decreto nº 79.094 de 5 de janeiro de 1977** (regulamenta a Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976, que submete ao sistema de vigilância sanitária os medicamentos, insumos farmacêuticos, drogas, correlatos, cosméticos, produtos de higiene, saneantes e outros).
- ▶ **Portaria MS nº 1.565 de 26 de agosto de 1994** (define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência, esclarece a competência das três esferas de governo e estabelece as bases para a descentralização da execução de serviços e ações de vigilância em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde).
- ▶ **Portaria MS nº 1469 de 29 de dezembro de 2000** (estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências).

- ▶ **Portaria MS/SNAS nº 224 de 29 de janeiro de 1992** (estabelece diretrizes e normas de atendimento do SUS).
- ▶ **Portaria MS nº 1.428 de 26 de novembro de 1993** (aprova o Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos).
- ▶ **Portaria nº 1.884/GM de 11 de novembro de 1994** (estabelece normas destinadas ao exame e aprovação dos Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde). **(em processo de revisão)**.
- ▶ **Portaria MA nº 304 de 26 de abril de 1996** (estabelece normas para a distribuição e comercialização de carnes).
- ▶ **Portaria MS/SVS nº 326 de 30 de julho de 1997** (aprova o Regulamento Técnico: Condições Higiênico-Santárias de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores / Industrializadores de Alimentos).
- ▶ **Portaria MS/SVS nº 344 de 12 de maio de 1998** (aprova o Regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especiais).
- ▶ **Portaria nº 2.616 de 12 de maio de 1998** (estabelece normas para prevenção e o controle das infecções hospitalares).
- ▶ **Resolução CNNPA nº 33/76** (fixa normas gerais de higiene para assegurar as condições de pureza necessárias aos alimentos destinados ao consumo humano).
- ▶ **Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986** (estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas para todo o Território Nacional).
- ▶ **Resolução CONAMA nº 05 de 05 de agosto de 1993** (define normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários).
- ▶ **Norma Operacional Básica do Sistema Único de Saúde - NOB/SUS-01/96**
- ▶ **Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS–SUS–01/2001**

Legislação Estadual

- ▶ **Lei nº 3.982 de 29 de dezembro de 1981** (dispõe sobre o Subsistema de Saúde do Estado da Bahia, aprova a legislação básica sobre promoção, proteção e recuperação da saúde e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 4.892 de 13 de abril de 1989** (torna obrigatória a esterilização de utensílios utilizados em salões de cabeleireiros e estabelecimentos congêneres e dá outras providências).
- ▶ **Lei nº 5.782 de 11 de abril de 1990** (proíbe o funcionamento de academias de ginástica no Estado sem autorização da Secretaria da Educação do Estado da Bahia e dá outras providências).
- ▶ **Decreto nº 29.414 de 05 de janeiro de 1983** (regulamenta a Lei nº 3.982, de 29 de dezembro de 1981 que dispõe sobre o Subsistema de Saúde do Estado da Bahia, aprova a legislação básica sobre promoção, proteção e recuperação da saúde e dá outras providências).
- ▶ **Decreto nº 7.757 de 14 de fevereiro de 2000** (aprova o Regulamento Sanitário de Estabelecimentos Promotores de Festas e Eventos Similares, realizados inclusive em estruturas provisórias, e por Entidades Carnavalescas).

- ▶ **Portaria nº 4.420/90 de 12 de julho de 1990** (estabelece as condições necessárias para o funcionamento de academias de ginástica ou similar).
- ▶ **Portaria nº 2.101 de outubro de 1990** (estabelece Normas de Vigilância Sanitária e dispõe sobre os estabelecimentos de saúde).
- ▶ **Portaria nº 3.894 de 03 de dezembro de 1992** (regulamenta a localização, a utilização e o funcionamento dos cemitérios).
- ▶ **Resolução nº 028/2001 da Comissão Intergestores Bipartite - CIB/BA** (aprova equipe mínima municipal de Vigilância Sanitária e elenco mínimo de ações da Vigilância Sanitária, para habilitação dos Municípios na Gestão Plena da Atenção Básica Ampliada – GPABA e Gestão Plena do Sistema Municipal – GPSM).
- ▶ **Instrução Normativa nº 01/2000** (referente ao Decreto nº 7.757 de 14/02/2000).

Legislação Municipal

- ▶ **Lei nº 5.503 de 18 de fevereiro de 1999** (Código de Polícia Administrativa do Município do Salvador).
- ▶ **Lei nº 5.504 de 1º de março de 1999** (Código Municipal de Saúde).

2.4. A Vigilância no Contexto Atual

2.4.1. O Processo de Descentralização das Ações de Vigilância Sanitária

De acordo com as diretrizes da Norma Operacional Básica - NOB-01/96 que se propõe a *“promover e consolidar o pleno exercício, por parte do poder público municipal, da função de gestor da atenção à saúde dos seus municípios”*, também na área de Vigilância Sanitária, o processo de descentralização vem ocorrendo e está prevista a execução de atividades básicas a exemplo de inspeção e fiscalização de comércio de medicamentos e alimentos, de serviços de saúde e de outros de interesse da saúde, de baixa complexidade, por parte dos municípios que se encontram em fase de Gestão Plena da Atenção Básica. Já aos municípios em fase de Gestão Plena do Sistema Municipal, cabe a realização de ações classificadas como de média e alta complexidade, a partir de negociação com as Comissões Intergestores Bipartite através da Vigilância Sanitária Estadual, com base na Resolução CIB-BA 028/2001 para assinatura do Termo de Ajustes e Metas.

O princípio básico da descentralização pauta-se no entendimento de que quanto mais próximo do local de ocorrência dos eventos e dos potenciais riscos, maior é a acessibilidade, agilidade e controle sobre eles.

De qualquer sorte, o processo de descentralização deve se dar de forma responsável, onde os três níveis de poder estejam comprometidos na capacitação dos recursos humanos e organização dos serviços, no sentido de efetivamente poder-se assegurar uma melhor qualidade de vida aos cidadãos.

De acordo com a **Portaria Ministerial nº 1.565 de 26 de agosto de 1994 e Lei Federal nº 9.782 de 26 de janeiro de 1999**, e tendo-se como base legal primeira, a Lei Orgânica da Saúde (Lei 8.080 de 19/09/1990 em seus Artigos 9º, 10º, 12º e 13º), compete:

- ▶ **À Vigilância Sanitária da União:** Coordenar o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, prestar cooperação técnica e financeira aos Estados e Municípios e executar ações de sua exclusiva competência.

Observa-se que na execução de atividades de sua competência, a União poderá contar com a cooperação dos Estados ou Municípios.

- ▶ **À Vigilância Sanitária do Estado:** Coordenar, executar ações e implementar serviços de Vigilância Sanitária em caráter complementar às atividades municipais e prestar apoio técnico e financeiro aos Municípios.

Aqui também, na execução de atividades de sua competência, o Estado poderá contar com a cooperação dos Municípios.

- ▶ **À Vigilância Sanitária dos Municípios:** Executar ações e implementar serviços de Vigilância Sanitária, com a cooperação técnica e financeira da União e Estado.

Vale ressaltar que a Emenda Constitucional nº 29 que define percentual orçamentário a serem destinados à saúde para as três esferas de Governo.

2.5. Estrutura da Vigilância no Estado da Bahia

No Estado da Bahia, o Sistema de Vigilância Sanitária é coordenado pela DIVISA - Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário da SUVISA - Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde da Secretaria Estadual da Saúde.

A estrutura da Vigilância Sanitária é formada pela unidade de nível central (DIVISA), pelos Núcleos de Vigilância da Saúde ou Núcleos Específicos de Vigilância Sanitária das Diretorias Regionais hoje existentes e pelos Núcleos de Vigilância já constituídos nos Municípios.

Ao nível central, representado pela DIVISA, compete: planejar, coordenar, assessorar, supervisionar e acompanhar o desenvolvimento das atividades pelas Regionais e municípios, assim como desenvolver atividades de capacitação dos recursos humanos que atuam na área. Cabe ainda à DIVISA a execução de atividades definidas pela Resolução nº 028/2001 da Comissão Intergestores Bipartite – CIB/BA, publicada no D.O.E. de 15 de maio de 2001, como sendo ainda inerentes ao Estado pela sua complexidade ou abrangência, e ainda o desenvolvimento de atividades em nível complementar ou suplementar às desenvolvidos pelos demais níveis.

Ao nível regional cabe as ações de coordenação, supervisão, assessoramento e acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos municípios, além de treinamentos na área e de execução de atividades ainda sob a responsabilidade do Estado.

Ao nível municipal cabe executar as ações de controle de riscos à saúde, de acordo com a fase de gestão em que o município se encontre ou ainda de acordo com o grau de complexidade ou abrangência das ações.

As ações desenvolvidas pelas equipes de vigilância sanitária vão desde atividades de pré-vistoria, vistorias, inspeções (inicial ou de rotina) / fiscalização, coleta de amostras para análises laboratoriais, ações educativas, atendimentos a denúncias, assim como processos de investigação com base epidemiológica para detecção de riscos.

Pelas próprias características de atuação da Vigilância Sanitária, o trabalho desenvolvido apresenta muitas interfaces com outros órgãos governamentais, tanto da esfera federal quanto das esferas estadual e municipal. Essas interfaces são de proporções e dimensões diferenciadas e podem ser relacionadas ou identificadas como sendo articulações, parcerias, atividades conjuntas ou ainda atividades interdependentes.

O fato é que, em muitos momentos e com diferentes objetivos do desenvolvimento das ações de Vigilância Sanitária, é sentida a necessidade destes contatos. Entretanto, cabe ressaltar que o trabalho desenvolvido pela Vigilância Sanitária é único na sua área de atuação, não havendo duplicidade de esforços ou superposição de ações. De acordo com a complexidade das ações a serem desenvolvidas e do grau de abrangência das atividades produtivas ou das conseqüências dos eventos, as atividades de Vigilância Sanitária poderão ser desenvolvidas pelos diversos níveis hierárquicos, tendo-se em conta também o caráter complementar ou suplementar da ação.

Desse modo, os eventos que comprometam ou ponham em risco mais de uma unidade federada, como questões de fronteiras, terão o seu controle prioritariamente exercidas pela esfera federal; assim como as atividades produtivas cujos bens de consumo sejam de circulação para além das fronteiras do município produtor serão de competência primeira do nível estadual, passíveis, contudo, de negociação quanto à atuação de controle, pelos níveis municipais. O trabalho integrado faz-se necessário e possibilita a viabilização e desenvolvimento das atividades com agilidade e presteza.

2.6. O Papel Educativo da Vigilância Sanitária

As ações de informação, educação e comunicação em saúde permeiam todo o trabalho de Vigilância Sanitária. Qualquer iniciativa em educação que implique na mudança e/ou incorporação de novos hábitos de vida de uma comunidade, só terá êxito se forem adotados, pelos menos, dois princípios básicos:

- ▶ Que as ações de educação sejam desenvolvidas enquanto processo;
- ▶ Que considere o contexto sócio-econômico, antropológico e cultural.

Este segundo item, sem dúvida, representa o maior desafio para o profissional de Vigilância Sanitária, pois sendo o objetivo principal do seu trabalho, a população em geral em seus mais diversos extratos, a qual deve ser instrumentalizada a se constituir em massa crítica para que possa exercer com plenitude a cidadania, buscando, portanto, no que diz respeito à saúde, que lhe seja ofertado produtos e serviços capazes de garantir e preservar sua integridade. Um segmento dessa população que merece atenção dos agentes de Vigilância Sanitária é aquele constituído pelos produtores e prestadores de serviços de interesse à saúde, que devem ser alertados da sua responsabilidade social e também da sua própria condição de consumidor de produtos e serviços.

Para a intermediação desses dois segmentos da sociedade, consumidor e produtor / prestadores de serviços, requer-se dos profissionais de Vigilância Sanitária, além de capacitação técnica para exercer suas funções, conhecimento e sensibilidade na área de educação em saúde.

Desta forma, o binômio educação Vigilância Sanitária é de importância ímpar nessa área de atuação, devendo ser visto como inseparável, sendo inclusive ratificada a sua importância no Art. 7º da Portaria Ministerial nº 1.565 de 26 de agosto de 1994.

3. A Biotecnologia e sua Regulamentação no Brasil e no Mundo

Leila Macedo Oda

3.1. A Regulamentação da Biotecnologia

Desde a Conferência de Asilomar em 1975, a chamada biotecnologia moderna tem propiciado a introdução de inúmeros produtos, tanto de aplicação para a saúde como para o setor agrícola. Partindo da insulina e chegando ao mapeamento do genoma humano, a aplicação ilimitada das técnicas de recombinação genética possibilitam cada vez mais aproximarmos o homem de soluções para problemas de saúde tais como diferentes tipos de câncer, diabetes, doenças cardíacas, malformações congênitas, carências nutricionais e, sobretudo, tem possibilitado o aumento da produção agrícola.

A moratória proposta em Asilomar levou à adoção de mecanismos de controle desta tecnologia pelos países, sendo que o modelo regulatório adotado é variável de acordo com a lógica normativa de cada país. Alguns países optaram por legislações e mecanismos de controle específicos para a tecnologia do DNA recombinante, estabelecendo tanto um aparato legal como instâncias regulatórias adicionais aos empregados para demais tecnologias; este é o caso dos modelos Europeu e Brasileiro para controlar esta tecnologia. Já outros países consideram que esta tecnologia deve seguir os mesmos mecanismos de controle e procedimentos de avaliação já estabelecidos para demais processos tecnológicos, sendo o critério básico o da avaliação da segurança desses produtos nos seus diferentes aspectos, quer seja para a saúde humana, animal ou para o meio ambiente; este modelo é adotado pelos Estados Unidos e Canadá, por exemplo.

No Brasil, a Lei de Biossegurança (Lei nº 8.974 de 1995) cria no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, órgão técnico responsável pelo controle das atividades com DNA recombinante no país. A CTNBio é composta por 18 membros, sendo eles representantes dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, da Saúde, da Agricultura, do Meio Ambiente, da Educação e das Relações Exteriores; 8 representantes das sociedades científicas, representantes de órgãos de defesa do consumidor, da saúde do trabalhador e do setor empresarial de biotecnologia.

O Decreto nº 1.752 de 1995 atribui as funções da CTNBio como órgão responsável por emitir parecer técnico conclusivo sobre qualquer atividade com Organismos Geneticamente Modificados – OGMs no país, além de definir as competências fiscalizatórias dos Ministérios da Saúde, Agricultura e Meio Ambiente, no âmbito da competência de cada um dos Ministérios para as atividades com OGMs. As análises realizadas pela CTNBio são procedidas caso a caso, considerando parâmetros técnico-científicos para os procedimentos de avaliação de riscos.

Desde o início de suas atividades, a CTNBio avaliou cerca de 120 instituições no país, concedendo o Certificado de Qualidade de Biossegurança – COB, instrumento inicial para que a instituição possa realizar atividades quer sejam de pesquisa, produção, ensino ou comercialização com a tecnologia de DNA recombinante. Cerca de 65% dessas instituições credenciadas são instituições públicas, que desenvolvem na sua maioria atividades de pesquisa em regime de contenção com OGMs do Grupo I (não patogênicos para o homem, animais e que não apresentam risco eminente para o meio ambiente). As demais instituições pertencem ao setor privado e na sua maioria realizam atividades com plantas geneticamente modificadas, pertencentes ao Grupo I.

Além da Lei e do Decreto, a CTNBio estabeleceu 19 Instruções Normativas para regular as diferentes atividades com OGMs, pesquisa, liberação planejada, avaliação de segurança ambiental e alimentar, trabalho com animais geneticamente modificados, terapia gênica, importação, entre outros. A divulgação das atividades e atos normativos da CTNBio é feita através de publicação em Diário Oficial da União e através da sua *Home Page*: www.mct.gov.br/ctnbiotec/default.html.

O modelo regulatório da tecnologia de DNA recombinante no Brasil segue o modelo Europeu, fundamentado em duas Diretivas básicas: a Diretiva EC 219/90 para atividades em contenção com microorganismos geneticamente modificados e a Diretiva EC 220/90 para liberação planejada de OGMs. A Diretiva 220/90 encontra-se atualmente em revisão, com previsão de publicação de substitutivo ainda este ano. A Europa aprovou, até hoje, um total de 18 produtos geneticamente modificados para comercialização (dentre eles a soja e o milho). Embora exista grande resistência por parte dos Europeus em utilizar esta tecnologia no setor de alimentos. Já nos Estados Unidos, esses produtos têm a sua comercialização sem restrições por parte dos consumidores desde 1995.

A discussão sobre a aceitação dos alimentos geneticamente modificados pelos consumidores tem atingido a maioria dos países; fruto, na maioria das vezes, da grande desinformação quanto aos mecanismos de controle e avaliação de risco empregado pelas instâncias controladoras, que atestam a segurança desses produtos para o consumidor. Mesmo com toda resistência por parte do consumidor europeu, os órgãos de controle da Europa não identificaram, até hoje, dados científicos que justificassem a retirada do mercado dos produtos já liberados e em comercialização naqueles países há cerca de 4 anos.

No Brasil, a CTNBio aprovou para estudos de campo cerca de 700 ensaios planejados, com o objetivo de avaliação agrônômica e ambiental de cada evento nas condições edafoclimáticas brasileiras. A maioria desses ensaios foram realizados com cultivadores de milho e soja, seguidos por algodão, cana-de-açúcar, batata, fumo e arroz. Das características genéticas introduzidas estão principalmente a de tolerância a herbicidas e a de resistência a insetos. Comercialmente, o Brasil ainda não tem autorizado nenhum plantio de cultivos transgênicos, fruto de uma ação judicial ainda pendente que contraria a decisão da CTNBio favorável ao plantio comercial da soja tolerante ao herbicida glifosato. É fato que esta mesma cultura modificada já vem sendo plantada e consumida por inúmeros países, incluindo os países europeus, os Estados Unidos, a Argentina, Canadá, Japão, dentre outros.

No fórum internacional, acordos multilaterais têm sido travados, objetivando uma uniformidade de conduta nessa área. Em março deste ano foi firmado o Protocolo de Biossegurança, também chamado de Protocolo de Cartagena, dentro da Convenção da Diversidade Biológica, que estabelece mecanismos para o movimento transfronteiriço de organismos vivos modificados, visando preservar a Biodiversidade dos países. Até a presente data 56 países ratificaram o Protocolo de Cartagena. Neste protocolo existem dispositivos específicos para as *commodities*, exigindo que esses produtos sejam rotulados como possivelmente contendo OGMs, quando oriundo de países onde esses cultivos já estejam autorizados.

A rotulagem de alimentos geneticamente modificados é um outro ponto polêmico no cenário internacional. Existem duas tendências com relação à rotulagem. Uma delas, seguida pelos Estados Unidos, Canadá e Argentina, exige a rotulagem apenas para aqueles produtos considerados não equivalentes ao produto convencional não modificado como, por exemplo, para produtos com alteração no conteúdo nutricional. A outra tendência, seguida pela Europa e Japão, exige que produtos que possuem na sua constituição proteína ou DNA recombinante devem expressar esta condição no seu rótulo. Com relação à rotulagem, o Brasil vem adotando posição semelhante à Europa, onde os produtos que possuem DNA ou proteína recombinante presentes deverão ser rotulados. O grande impasse quanto à rotulagem reside na definição do limite de tolerância para a presença desses recombinantes. A Europa, por exemplo, este ano definiu que o seu limite de tolerância seria de 1%, ou seja, produtos com um percentual inferior a este de recombinantes não seriam rotulados. Já o Japão definiu este limite de aceitação como sendo de 5 %.

Questões polêmicas como: limites e técnicas de detecção de OGMs, procedimentos padronizados para avaliação da segurança de alimentos geneticamente modificados e a rotulagem de alimentos vêm sendo discutidas em fórum internacional das Nações Unidas, no âmbito do *Codex Alimentarius*, órgão da FAO e OMS que busca definir parâmetros para a comercialização de alimentos, subsidiando as ações da Organização Mundial do Comércio (OMC). Este ano o *Codex* iniciou trabalho de harmonização de procedimentos para avaliação da segurança desses produtos, coordenado pelo Japão e com previsão de conclusão dos trabalhos em 2003. Outro grupo, coordenado pela Alemanha, ficou encarregado de definir as metodologias analíticas a serem empregadas para detecção de OGMs em diferentes matrizes de alimentos. O trabalho desses dois grupos deverá possibilitar o livre comércio dos produtos modificados, que comprovarem atender aos requisitos de segurança necessários, entre os países signatários do *Codex*.

No campo de produtos para a saúde, diferentemente da pouca aceitação dos produtos agrícolas, essa tecnologia encontra um forte aliado que é o consumidor. A imediata aplicação de produtos, quer sejam terapêuticos ou profiláticos, fazem com que o consumidor aceite de imediato novos produtos que contribuirão para a melhoria do seu estado de saúde, sem questionar se existiriam possíveis riscos com o seu uso. Essa divergência de comportamento fica bem clara, pois para o consumidor a aceitação de um produto está relacionada ao real benefício que ele percebe deste produto. A resistência à aceitação dos produtos agrícolas, enquadrados no que chamamos da primeira onda de transgênicos, se deve em grande parte ao fato desses produtos não trazerem um benefício direto ao consumidor final, mas na sua maioria agregarem apenas valor para um determinado segmento da sociedade como, por exemplo, para os agricultores. Já no caso dos produtos para a saúde, a decisão de usar ou não um produto originado dessa tecnologia pode representar decidir entre a vida e a morte.

A conclusão do seqüenciamento do genoma humano abriu a perspectiva de uma ampla aplicação, em um futuro próximo, das técnicas de terapia genômica e do desenvolvimento de métodos de diagnóstico cada vez mais precisos e ágeis. Problemas relacionados ao patenteamento da informação contida nos genes e questões relacionadas a terapia com células-tronco serão certamente desafios a serem enfrentados nos próximos anos, quando será fundamental a definição, no Brasil, de um Código de Ética de Manipulações Genéticas. O país não poderá ficar à margem do desenvolvimento científico e tecnológico. Para tanto deverá investir maciçamente nas instituições de pesquisa em programas estratégicos que permitam não só a formação e atualização de recursos humanos como a incorporação tecnológica ágil das novas descobertas científicas. É fundamental, ainda, manter estruturas de controle e regulação em funcionamento, ágeis e competentes, de modo a permitir um controle adequado desses produtos, trazendo confiabilidade por parte da população brasileira e a absorção da tecnologia com benefícios reais para o país.

3.2. Referências

3.2.1. Impressos

- ▶ BRASIL. Lei nº 8.974 de 05 de janeiro de 1995. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil] Brasília, nº 05/95.
- ▶ BRASIL. Decreto nº 1.752 de 20 de dezembro de 1995. **Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil] Brasília, nº 244/95.
- ▶ BRASIL. Senado Federal. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. [Brasília], agenda 21, 585 p, 1996.
- ▶ DALE, P. J. & KINDERLERER, J. **Safety in the contained Use and the environmental release of transgenic crop plants**. In Tzotzos, G.T. (Org) Genetically Modified Organisms: A Guide to Biosafety. UNIDO/CAB, Oxon, 1995, 213p.
- ▶ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Biotechnology and food safety**. Joint FAO / WHO Expert Consultation - FAO Food and Nutrition Paper n. 61, Rome – Italy, 1996.
- ▶ MAY, R. **Genetically modified foods: facts, worries, policies and public confidence**. United Kingdom Government Scientific Advisory: London, UK, 1999, 15 p.
- ▶ NEUMANN, D.A. **Safety Assessment of Foods Derived from Genetically Modified Plants: Overview. Workshop ILSI / EMBRAPA sobre Segurança de Alimentos Derivados de Plantas Geneticamente Modificadas 2-3 Dez**, Brasília, 1998.
- ▶ ODA, L. M. **Biosafety of Transgenic Organisms in Human Health Products**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1996, 127 p.
- ▶ _____. **A Protocol on Biosafety: Impacts on Global Development of**. 1996.
- ▶ _____. **Biosafety of Transgenic Organisms in Human Health Products**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 127 p.
- ▶ _____. **Capacity Building Programme on Biosafety: A Guide to Supervisors**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998, 270 p.

- ▶ ODA, L. M. & SOARES, B. E. C. **Biodiversity Policies and Recommendations to Promote Sustainable Development in Brazil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998, 270 p.
- ▶ _____. **Strategies for the Development of a Biosafety Capacity Building Programme in Brazil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998, 270 p.
- ▶ _____. **Genetically modified foods: economic aspects and public acceptance in Brazil**. Trends in Biotechnology 18 (5): 188-190. 2000.
- ▶ _____. **An Overview of Health Biotechnology Development in Brazil**. Trends in Biotechnology 15 (8): 285-287. 1997.
- ▶ PYTHOUD, F. **Biotechnology and Biosafety in the Convention on Biological Diversity**. BINAS News 2 (1): 2-4. 1996.
- ▶ SOARES, B. E. C. **Perspectivas da Biotecnologia aplicada à Saúde no Brasil**. Bol. Inf. CTNBio I (1): 6-8. 1997.
- ▶ SOARES, B. E. C.; HOWE, T. G. B. & ODA, L. M. **Transgenic Organisms in Human Health Products: A perspective from Brazil**. BINAS News 2 (3-4): 12-14. 1996.
- ▶ TZOTZOS, G. **Genetically Modified Organisms: A guide to Biosafety**. CAB International / United Nations industrial Development Organization / Oxford, UK, 1995, 213 p.
- ▶ UNEP / UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Convention on Biological Diversity - Report of the Fifth Meeting of the Open-Ended Ad Hoc Working Group on Biosafety**. 17-28 August, Montreal, CA. 1998.
- ▶ ZATZ, M. **Projeto Genoma Humano: A Ética conseguirá acompanhar os Avanços Genéticos**. Médicos HCFMUSP II (6): 21- 26. 1999.

3.2.2. Internet

- ▶ CE / CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento nº 1.139/98 relativo a Rotulagem de Alimentos Geneticamente Modificados**. Bruxelas, Bélgica. 1998. <http://www.mct.gov.br/ctnbio/ctnbio.htm>.
 - ▶ CTNBio / COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. 1998. *website* <http://www.mct.gov.br/ctnbio/ctnbio.htm>.
 - ▶ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Report of the 26th Session of the Codex Alimentarius Committee on Food Labelling May 98 - Ottawa, CA**. ALINORM 99 / 22, 1998. <http://www.fao.org>.
 - ▶ UNEP / UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Convention on Biological Diversity Secretariat**. 1998. <http://www.biodiv.org> and <http://www.unep.org/unep/secretar/issues.htm>.
 - ▶ UNITED KINGDOM PARLIAMENT. **Genetically Modified Foods: Benefits and Risks, Regulation and Public Acceptance The Parliamentary Office of Science and Technology**. London, UK. 1998. <http://www.parliament.uk/post/home.htm>.
 - ▶ _____. **The House of Lords Select Committee's Second Report on European Communities Regulation of Genetic Modification in Agriculture** The Parliament Stationery Office. London, UK. 1999. <http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199899/ldselect/ldcom/11/8121501.htm>.
-

Parte II

Unidades de

Saúde

Sumário

4.	A Arquitetura dos Edifícios dos Serviços de Saúde e Unidades Ambientais	66
4.1.	Apresentação.....	66
4.2.	Introdução	67
4.3.	Portaria MS nº 1.884/94 - Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde	67
4.3.1.	Elaboração de Projetos Físicos.....	67
4.3.2.	Organização Físico-Funcional	68
4.3.3.	Dimensionamento, Quantificação e Instalações Prediais dos Ambientes.....	68
4.3.4.	Circulações Externas e Internas.....	69
4.3.5.	Condições Ambientais de Conforto	69
4.3.6.	Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar.....	69
4.3.7.	Instalações Prediais Ordinárias e Especiais.....	70
4.4.	Laboratórios	71
4.5.	Clínicas e Consultórios	71
4.5.1.	Clínicas e Consultórios Veterinários.....	72
4.5.2.	Consultórios Odontológicos.....	72
4.6.	Day Hospitals / Home Care	73
4.7.	Referências Bibliográficas	73
5.	Estrutura, Exigências e Critérios para Projeto Arquitetônico.....	74
5.1.	Critérios Necessários para Análise de Projeto Arquitetônico - Rx Diagnóstico	74
5.1.1.	Documentação.....	74
5.1.2.	Estrutura Física.....	75
5.2.	Critérios Necessários para Análise de Projeto Arquitetônico – Patologia Clínica.....	76
5.2.1.	Legislação	76
5.2.2.	Documentação.....	76
5.2.3.	Estrutura Física.....	77
5.2.4.	Documentação Básica para Licenciamento – Rx Diagnóstico e Radioterapia.....	78
5.2.5.	Documentação Básica para Licenciamento - Medicina Nuclear	79
5.3.	Cálculo de Blindagem, Levantamento Radiométrico e os Critérios de Biossegurança – DIVISA / SESAB.....	80
5.3.1.	Critérios Mínimos para Análise de Cálculo de Blindagem.....	82
5.3.2.	Documentação Básica para Licenciamento - Medicina Nuclear	82
5.4.	Análise de Projeto – Medicina Nuclear.....	83
5.4.1.	Legislação.....	83
5.4.2.	Documentação.....	84
5.4.3.	Estrutura Física.....	84
5.4.4.	Conclusão	86
5.5.	Análise De Projeto – Radiação Raios X.....	86

5.5.1.	Legislação	86
5.5.2.	Documentação	86
5.5.3.	Estrutura Física	87
5.5.4.	Conclusão.....	88
5.6.	RX - Odontológico.....	89
5.6.1.	Base Legal.....	89
5.6.2.	Documentação Necessária	89
5.6.3.	Estrutura Física	90
6.	Biossegurança em Estabelecimentos de Saúde.....	92
6.1.	Apresentação	92
6.2.	Biossegurança em Estabelecimentos de Saúde.....	92
6.3.	Hospitais	93
6.3.1.	Hospitais Clássicos e Convencionais	93
6.3.2.	Hospital de Dia.....	98
6.4.	Clínicas	98
6.4.1.	Clínicas Especializadas	98
6.4.2.	Clínicas Odontológicas.....	99
6.4.3.	Clínica Veterinária	99
6.5.	Laboratórios.....	100
6.6.	Farmácias.....	101
6.6.1.	Farmácias de Dispensação	101
6.6.2.	Farmácias de Manipulação	101
6.6.3.	Farmácias Hospitalares.....	102
6.7.	Outras Unidades de Saúde	103
6.7.1.	Serviços e Unidades Hemoterápicas	103
6.7.2.	Atenção e Cuidados de Saúde em Domicílio	103
6.7.3.	Postos e Centros de Saúde.....	104
6.7.4.	Setores de Ensino e Treinamento Técnico-Científico-Acadêmico.....	104
6.8.	Bibliografia	105
7.	Dispositivos de Proteção e Materiais Utilizados na sua Confecção.....	106
7.1.	Apresentação	106
7.2.	Materiais Utilizados na Confecção de Dispositivos de Proteção Individual nas Áreas Biológicas e Biomédicas	106
7.2.1.	Aplicações dos “Nãotecidos” em Ambiente Biomédico-hospitalar	108
7.3.	Dermatite de Contato por Irritação.....	110
7.3.1.	Dermatite ou Eczema de Contato Alérgico	111
7.3.2.	Como os Produtos Químicos Podem Atingir a Corrente Sangüínea e os Órgãos Através da Pele?.....	111
7.3.3.	Como Identificar os Riscos Ocupacionais Relacionados com Doenças de Pele?...	112
7.4.	Roupas de Proteção - Quando e Como Selecionar?.....	112
7.5.	Novidades da Área de Proteção Encontradas na Internet	114
7.6.	Máscaras e Respiradores - Por que Proteger as Mucosas e as Vias Aéreas Superiores? ..	116

7.7.	Referências - Internet	121
8.	Modelos de Formulários e POP Úteis as CIBio e CIPA dos Setores e Unidades	122
8.1.	Modelo de Ficha de Inscrição / Dados do Técnico / Aluno Estagiário ou Pos-Graduando..	122
8.2.	Modelo de Registro de Acidente Durante o Expediente de Trabalho – (CIBio / CIPA)	123
8.3.	Dados Necessários para Confecção de Mapa de Risco Ocupacional Setorial.....	124
8.4.	Modelo para Confecção de POP.....	125
9.	Biossegurança no Gerenciamento, Preparação da Coleta e Transporte de Resíduos de Saúde	128
9.1.	Apresentação.....	128
9.2.	Introdução	129
9.3.	Primeiros Passos para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Gerados nos Estabelecimentos de Saúde.....	129
9.3.1.	Definição	130
9.3.2.	Classificação.....	131
9.4.	O Gerenciamento dos RSS	132
9.4.1.	Manuseio e acondicionamento	135
9.4.2.	Coleta interna.....	135
9.4.3.	Armazenamento.....	137
9.5.	Tratamento e Disposição Final	139
9.5.1.	Relação dos Principais Dispositivos Legais Sobre o Tema em Questão	139
9.6.	Bibliografia	141
10.	Biossegurança nas Atividades de Cirurgiões-Dentistas	144
10.1.	Introdução	144
10.2.	Terminologia	145
10.3.	Planejamento do Consultório Odontológico	147
10.4.	Processo de Licenciamento	148
10.5.	Avaliação de Risco no Consultório Odontológico	149
10.5.1.	Quanto aos Agentes Microbiológicos.....	149
10.5.2.	Classificação de Fontes de Infecção	150
10.5.3.	Classificação Quanto aos Instrumentais.....	150
10.5.4.	Classificação Quanto aos Procedimentos	150
10.5.5.	Riscos Relacionados a Agentes Ergonômicos.....	150
10.5.6.	Identificação dos Fatores de Riscos	151
10.5.7.	Classificação de Áreas com Identificação de Risco	152
10.5.8.	Mapa de Risco	153
10.6.	Medidas para Proteção do Profissional, da Equipe Odontológica, do Paciente e da Saúde Coletiva	154
10.6.1.	Anamnese.....	154
10.6.2.	Lavagem das Mãos ou Degermação	154
10.6.3.	Equipamento de Proteção Individual	156
10.6.4.	Luvas	158

10.6.5. Recomendações	159
10.6.6. Máscara	160
10.6.7. Visor Facial Ou Óculos	161
10.6.8. Pró-pé ou Sapatilhas	163
10.7. Preparação do Paciente.....	163
10.7.1. Paramentação do Paciente para o Centro Cirúrgico	163
10.8. Conclusão.....	163
10.9. Bibliografia	164
11. Segurança Profissional Durante Procedimentos Cirúrgicos	166
11.1. Introdução.....	166
11.2. Cuidados Gerais	167
11.2.1. Lavagem das Mãos	167
11.2.2. Anti-sepsia	168
11.2.3. Equipamentos de Proteção Individual	170
11.3. Cuidados Específicos	171
11.3.1. Esterilização de Materiais.....	171
11.3.2. Controle da Esterilização.....	172
11.3.3. Uso de Antimicrobianos	172
11.3.4. Profilaxia para Acidentes.....	173
11.4. Ambiente Hospitalar = Proteção Universal	174
11.5. Bibliografia	174
12. Segurança Alimentar no Ambiente Hospitalar	181
12.1. Introdução.....	181
12.2. Segurança Alimentar.....	182
12.2.1. Desnutrição: Um Estado Nutricional Frequente.....	183
12.3. Segurança Alimentar em Hospitais	184
12.3.1. Alimentos Naturais	184
12.3.2. Dieta Enteral.....	186
12.3.3. Segurança no Preparo da Dieta.....	187
12.4. Bibliografia	188
12.4.1. Impressos	188
12.4.2. Internet	189

4. A Arquitetura dos Edifícios dos Serviços de Saúde e Unidades Ambientais

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário – DIVISA¹

Mônica Alencar Ribeiro²

4.1. Apresentação

A Vigilância Sanitária durante muito tempo tem refletido e se preocupado com os riscos ocupacionais relacionados às atividades na área de saúde, no atual contexto; todos os fatores constitucionais referentes às instalações, equipamentos, materiais e procedimentos no ambiente de trabalho são objetos da avaliação da Vigilância Sanitária na perspectiva de antecipar, reconhecer, avaliar e controlar quaisquer riscos que possam vir a causar danos à saúde dos profissionais, ao meio ambiente e às populações vizinhas.

As normas legais como instrumentos de ação sanitária regulamentam as características de instalações físicas e infra-estrutura para estabelecimentos de saúde (Portaria MS nº 1.884/94). Essas Normas Legais somadas às Normas Regulamentadoras – NRs da ABNT de informação sobre riscos e cumprimento de recomendações NR-1; equipamentos de proteção individual NR-6; programa de prevenção de riscos ambientais NR-9 e às Normas de Biossegurança devem nortear o funcionamento de laboratórios especializados para que a qualidade e o desempenho humano materializem a efetivação dos objetivos na evolução da pesquisa e na melhoria da saúde das populações.

¹ Apresentação do Capítulo.

² O conteúdo deste capítulo foi extraído de uma aula da autora.

4.2. Introdução

O objetivo deste capítulo é fornecer aos participantes do curso de Biossegurança um conjunto de informações básicas referentes ao planejamento dos Edifícios dos Serviços de Saúde (ESS), a partir da compreensão das suas características, que determinam o objetivo e desempenho desses edifícios. Faremos uma abordagem mais detalhada dos Laboratórios, Clínicas em Geral, Clínicas Odontológicas, Clínicas Veterinárias e Day Hospitals.

Os projetos físicos dos ESS são regidos e normatizados por órgãos federais, estaduais e municipais, através de portarias e normas. Em nível federal, o Ministério da Saúde instituiu as Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, através da Portaria MS nº 1.884/94, que versam sobre a normatização de projetos arquitetônicos, de engenharia e orientação sobre o planejamento das redes físicas de saúde. Em nível Estadual e Municipal as Secretarias de Saúde Estaduais e Municipais utilizam esta portaria como instrumento para exercerem os controles e fiscalizações sobre projetos e construções destas edificações. Portanto, todo ESS construído, reformado ou ampliado deverá estar em perfeita consonância com as normas da Portaria MS nº 1.884/94, e demais normas e regulamentos nela contidos nesta portaria, para que se integrem à rede assistencial adotada, seja ela composta por estabelecimentos públicos ou privados. Vemos então que a diretriz nacional, estadual e municipal dos projetos dos ESS é a Portaria nº 1.884/94; e para compreendermos o planejamento e as características básicas dessas edificações é necessário termos conhecimento dessa Portaria. A nossa proposta não é o seu estudo detalhado, mas sim tecer comentários e esclarecimentos sobre os seus capítulos de modo que a sua aplicação, na elaboração dos projetos se torne efetiva e clara.

4.3. Portaria MS nº 1.884/94 - Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

4.3.1. Elaboração de Projetos Físicos

Descreve, normatiza e exige todas as etapas que deverão ser adotadas para elaboração dos projetos físicos dos ESS: estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo; os seus responsáveis técnicos, as formas de apresentação e documentações necessárias.

Exemplo:

- ▶ *Projeto Arquitetônico* - formato das folhas de desenho dos relatórios técnicos, tipos/siglas, padronização gráfica adotadas e exigências para os responsáveis técnicos dos projetos.

4.3.2. Organização Físico-Funcional

Apresenta às atribuições e atividades desenvolvidas, que caracterizam as suas funções e ambientes nos diversos tipos dos ESS. Cada grupo de atividades gera uma atribuição e cada atribuição gera uma unidade de serviço.

Exemplo:

- ▶ Atribuição: Prestação de Atendimento de Apoio ao Diagnóstico e Terapia.

Atividade:

- Patologia Clínica:
 - receber ou proceder à coleta de material;
 - fazer a triagem do material;
 - realizar a análise e procedimentos laboratoriais de substâncias ou materiais biológicos com finalidade diagnóstica;
 - fazer o preparo de reagentes;
 - fazer a desinfecção do material analisado a ser descartado;
 - proceder a lavagem e preparo do material utilizado;
 - emitir laudo das análises realizadas.

4.3.3. Dimensionamento, Quantificação e Instalações Prediais dos Ambientes

Aborda os aspectos espaciais estritamente relacionados com as diversas atribuições e atividades, a partir de uma listagem dos ambientes próprios para os ESS. O dimensionamento é expresso pela quantificação e dimensão espacial do ambiente, sendo que a quantificação refere-se ao número de vezes que o mesmo ambiente se repete. A dimensão espacial refere-se ao tamanho do ambiente (superfície e dimensão mínima), em função do equipamento e/ou população presentes. As instalações prediais referem-se às instalações especiais mínimas para o desenvolvimento das atividades e instalações dos equipamentos.

Exemplo:

- ▶ Atribuição: Prestação de Atendimento de Apoio ao Diagnóstico e Terapia.

Atividade:

- Patologia Clínica.
 - Sala para coleta de material.

- ▶ Quantificação: Caso haja apenas um ambiente de coleta, este tem de ser do tipo sala.
- ▶ Dimensão: 4,5m².
- ▶ Instalações: HF (água fria).

4.3.4. Circulações Externas e Internas

Detalha todos os acessos dos ESS (acessos internos e externos, estacionamento, circulações horizontais e verticais), com relação às suas dimensões mínimas, inclinações, quantidades etc., em conformidade com a norma NBR 9.050 da ABNT sobre adequação das edificações e do mobiliário urbano à pessoa física.

Exemplo:

- ▶ Acessos:
 - Tipos de acessos (entradas e saídas) dos ESS;
 - Paciente externo ambulante, doador e acompanhante;
 - Paciente externo transportado e acompanhante;
 - Paciente a ser internado – ambulante ou transportado;
 - Cadáver, acompanhante e visita;
 - Funcionário e aluno (a distribuição por categorias é definida pela administração do ESS), vendedor, fornecedor, prestador de serviço, outros;
 - Materiais e resíduos.

4.3.5. Condições Ambientais de Conforto

Refere-se às condições de conforto higrotérmico e qualidade do ar, conforto acústico e conforto luminoso a partir de fontes naturais, relativa ao ambiente dos ESS, de acordo com as suas características e atividades peculiares.

Exemplo:

- ▶ Ambientes dos ESS que demandam obscuridade.

Esses ambientes correspondem a certas unidades funcionais que carecem de condições especiais de iluminação, pois necessitam de obscuridade.

Ambulatório: Consultório de oftalmologia.

4.3.6. Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar

Fixa os critérios para os projetos arquitetônicos dos ESS visando o seu bom desempenho quanto às condições ambientais que interferem no controle da infecção hospitalar através de dois componentes técnicos indispensáveis e complementares: 1) o componente de procedimentos nos ESS em relação às pessoas, utensílios e resíduos; 2) o componente arquitetônico dos ESS referente a uma série de elementos construtivos como a localização do ESS, o zoneamento das unidades e ambientes funcionais segundo sua sensibilidade ao risco de infecção (áreas críticas, semi-críticas e não críticas), padrões de circulação, sistemas de transportes de materiais, equipamentos e resíduos sólidos, sistemas de renovação e controle das correntes de ar, facilidades de limpeza das superfícies e materiais, e instalações para implementação do controle de infecções.

Exemplo:

- ▶ Acabamento de Paredes e Pisos.

Os requisitos de lavabilidade e higienização de pisos, paredes, pias, balcões, entre outros, devem ser extensíveis a todos os ambientes dos ESS e seguir as normas contidas no “Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde” (Ministério da Saúde / Controle de Infecção Hospitalar, Brasília, 1993).

Os materiais adequados para revestimentos de paredes e pisos de ambientes de áreas críticas, semicríticas e não críticas têm de ser do tipo laváveis e resistentes aos desinfetantes. Sua lavagem requer produtos de limpeza que atendam a normas e requisitos de qualidade: Lei nº 6.360 de 23/09/76, Decreto nº 79.094 de 05/01/1977 e Portaria nº 15 de 23/08/88.

4.3.7. Instalações Prediais Ordinárias e Especiais

Apresenta as normas sobre as instalações ordinárias e especiais dos ESS:

- ▶ Instalações Hidro-Sanitárias: Água Fria / Água Quente / Esgoto Sanitário;
- ▶ Instalações Elétrica e Eletrônica: Elétrica / Sinalização de Enfermagem;
- ▶ Instalação de Proteção Contra Descarga Elétrica;
- ▶ Instalações Fluias Mecânicas: Vapor e Condensado / Gás Combustível / Oxigênio Medicinal / Ar Comprimido / Ar Comprimido Medicinal / Ar Comprimido Industrial / Vácuo / Vácuo Clínico / Vácuo de Limpeza / Óxido Nitroso;
- ▶ Instalação de Climatização: Ar-Condicionado.

Exemplo:

- ▶ Água fria.

Os projetos têm de atender à norma da ABNT, NB 92 – Instalações Prediais de Água Fria, além desta norma.

Consumo:

As diversas unidades funcionais dos ESS necessitam de água fria de modo diferenciado, portanto o cálculo do consumo total necessário ao dimensionamento dos reservatórios só é possível após o cálculo dos consumos parciais das unidades.

Reservatório:

Calculado o consumo diário do ESS, a reserva de água fria, no caso de abastecimento a partir da rede pública, deve ter autonomia mínima de dois dias ou mais, em função da confiabilidade do sistema.

4.4. Laboratórios

Com relação aos laboratórios existentes no Brasil, chamamos atenção para dois aspectos que devem ser observados:

- ▶ Laboratórios adaptados: são aqueles instalados em salas do tipo consultórios ou em antigas residências. Neste caso existem alguns problemas, pois exigem remoções de paredes, construções de novas paredes, interferências na rede esgoto-sanitária para receber os produtos químicos altamente corrosivos para as tubulações, e adaptações internas as mais variadas possíveis.
- ▶ Laboratórios planejados: são dimensionados seguindo as diretrizes das normas vigentes, tendo no princípio básico da sua concepção a planificação.

O planejamento de um laboratório envolve pessoal especializado, formando uma equipe interdisciplinar geralmente composta por: o responsável pelo laboratório, que determina a necessidade do espaço; a equipe de saúde que vai atuar no espaço e o arquiteto que viabilizará o projeto.

Os laboratórios de um modo geral, quando são hospitalares, devem obedecer ao tipo da construção hospitalar na qual estão inseridos; enquanto que os laboratórios independentes não seguem um tipo único de construção.

4.5. Clínicas e Consultórios

Construir um consultório não é uma tarefa isolada que pode ser resumida na execução da obra. Planejar e realizar esta obra passa pela elaboração de um programa, que começa com uma boa conversa com o profissional que vai trabalhar no local, para se coletar todas as informações possíveis, desde a clientela que vai ser atendida até a imagem que o médico ou a instituição quer passar.

O consultório atualmente aponta novas características, devendo ser analisado acompanhando a evolução da medicina e os novos conceitos de tratamento de saúde. Cabe ao arquiteto captar a personalidade do profissional que vai trabalhar neste ambiente, que estará indiretamente na arquitetura de interior; cuidar dos detalhes técnicos para que o consultório tenha cores, ventilação, acústica e insolação adequadas, sempre dentro das normas vigentes para as edificações dos serviços de saúde.

O programa que compreende a listagem das necessidades que caracterizam o objetivo e função do consultório precisa ser bem discutido e analisado, porque esta é a matéria prima do projeto. O profissional de saúde ou a instituição hospitalar é quem vai dizer quais as necessidades, qual a imagem que querem passar e que tipo de clientela vão atender. Tanto um consultório como qualquer outra unidade do serviço de saúde exige um tratamento específico, sendo necessário romper mitos e dar mais identidade aos espaços para que o ambiente não fique sem personalidade.

O consultório atualmente deixou de ser um local onde se faz diagnóstico. Esta função passou a ser feita via centenas de exames; antes em uma clínica se fazia consulta e também alguns exames; hoje isso não acontece mais e o arquiteto precisa absorver essas mudanças para desenvolver o seu projeto.

O consultório é um ambiente onde se trabalha com ansiedade e preocupação; toda cor que potencializa sentimentos, como os tons fortes, deve ser evitada. Uma parede vermelha, por exemplo, vai deixar as pessoas mais ansiosas e irritadas. As cores devem ser tranquilizantes, como os tons pastéis.

Com a evolução da medicina e com o avanço tecnológico, uma clínica que realiza exames tem uma imagem muito mais tecnológica. Por isso o tratamento do ambiente por meio das cores é muito importante.

Um consultório pediátrico requer uma sala de espera adequada para crianças com as respectivas mães; uma sala para recreação sem a presença de jardins e vasos com terra, pois as crianças podem mexer e até comer. Um consultório ortopédico requer acesso adequado para os seus pacientes; poltronas e banheiros com características especiais, que facilitem a vida de uma pessoa que está, por exemplo, em cadeiras de rodas ou com dificuldades de locomoção. Um consultório de cirurgia plástica já pode ter um tratamento bem diferente, com decoração mais moderna e cores que se aproximem mais da estética, podendo ficar localizado até num shopping center.

A iluminação é um fator muito importante nos consultórios, pois existem lâmpadas que deixam o paciente muito claro e pálido, outras o deixam esverdeado ou azulado; o ideal é a iluminação que reproduz quase 100% a luz natural. A ventilação é outro fator importante. O ar-condicionado precisa fazer parte do projeto e funcionar numa temperatura ideal de 22°C; os dutos do ar-condicionado precisam estar devidamente limpos, para que não se tornem um paraíso de fungos. O conforto acústico é outro fator que deve ser bem analisado, pois os ambientes devem possibilitar a privacidade, a acústica deve permitir que a conversa de um ambiente não seja ouvida no outro; piso, parede, forro e até mobiliário interferem na questão acústica.

Devem ser observados os materiais que serão utilizados na construção e decoração dos consultórios. A escolha passa por materiais mais caros e de baixa manutenção ou por aqueles que são mais baratos e exigem manutenção mais permanente. A pedra, por exemplo, é um piso frio, com custo de implantação mais alto, mas de manutenção mais fácil, embora seja nobre para uma sala de espera, não é acolhedor. O carpete é um piso quente, mas exige manutenção mais trabalhosa e pode ser agente de alergia.

4.5.1. Clínicas e Consultórios Veterinários

De acordo com a proposta de atendimento de cada um, o projeto arquitetônico deverá atender às exigências da Portaria do MS nº 1.884/94, com as instalações de equipamentos específicos para o atendimento de animais.

4.5.2. Consultórios Odontológicos

São consultórios com características particulares, devido às instalações especiais elétricas e hidráulicas, para as instalações dos equipamentos de tratamentos dentários e o tratamento de radioproteção nas paredes, tetos e pisos para instalação dos aparelhos de raios-X. O tipo de proteção radiológica é especificado por um profissional especializado, que de acordo com o equipamento de raios-X a ser instalado no consultório, faz os cálculos, indicando o material que será utilizado nas paredes, pisos e tetos (chumbo, concreto, argamassa baritada etc.), com as respectivas espessuras.

4.6. Day Hospitals / Home Care

Com o avanço da medicina a sobrevivência humana aumentou muito, acarretando uma demanda maior; dos leitos hospitalares, pois os pacientes que recebem os tratamentos e não são curados, passam a ter um tempo de vida maior; e, embora já diagnosticado e tratados, continuam necessitando de cuidados e ocupando, por maior tempo, os leitos hospitalares. Em paralelo continua também a demanda do leito hospitalar pelos pacientes diagnosticados, que precisam de tratamentos, mas com a perspectiva de cura; diante desse impasse em que a solução para atender o aumento da demanda por leito hospitalar seria o aumento incessante de leitos hospitalares com custos elevados, surgem o Day Hospitais e o Home Care.

O hospital passa a ter a característica de diagnosticar, tratar e curar; o Day Hospital de tratar e curar e o Home Care de tratar e cuidar. O leito hospitalar passa a ser utilizado para as grandes intervenções; o leito do Day Hospital para as pequenas intervenções e o leito do Home Care para tratar e cuidar.

O Day Hospital e Home Care passam a existir em número crescente, pois o paciente prefere ficar em casa, a desospitalização se torna cada vez mais precoce, o controle da infecção hospitalar se torna maior e os custos se tornam menores.

No futuro os hospitais funcionarão como centros de tecnologias aplicadas à saúde. O restante será tratado em ambulatório ou em casa. Proporcionar maior conforto e menos dor ao paciente é um dos avanços da medicina e o tratamento domiciliar passa a ter início, meio e fim.

Dentro da proposta de cada instituição, o projeto arquitetônico deverá atender a todas as exigências da Portaria do MS nº1.884/94.

4.7. Referências Bibliográficas

- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde - Departamento de Normas Técnicas, **Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Brasília. 1994.
- ▶ KARMAN, Jarbas; FIORENTINI, Domingos M. Flávio; KARMAN, Jarbas Nogueira de M. & KARMAN, Ricardo N. de Moraes. **Manual de manutenção hospitalar**. São Paulo: Pini, 1994.
- ▶ KOVÁCS, M. J. **Morte e Desenvolvimento Humano**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1992.
- ▶ LA MAYA, Jacques. **Medicina da habitação: como detectar e neutralizar as ondas nocivas para recuperar o bem-estar e a vitalidade**. São Paulo: Roca, 1994.
- ▶ MENDES, Eugênio Vilaça. **Uma Agenda para a Saúde**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- ▶ MIQUELIN, Lauro Carlos. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: CEDAS, 1992.
- ▶ PESSINI, Leocir & Barchifontaine, Christian de Paul. **Problemas Atuais de Bioética**. São Paulo: Loyola, 1994.
- ▶ PINTO, Sylvia Caldas Ferreira. **Hospitais: planejamento físico de unidades de nível secundário – Manual de Orientação**. Brasília: Thesaurus, 1996.

5. Estrutura, Exigências e Critérios para Projeto Arquitetônico

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário – DIVISA

5.1. Critérios Necessários para Análise de Projeto Arquitetônico - Rx Diagnóstico

5.1.1. Documentação

- ▶ Especificação de piso, parede e teto: todos deverão ser laváveis, de fácil higienização, lisos e resistentes à agressão química e física;
- ▶ Planta baixa, planta de corte, planta de situação (localizando a unidade no estabelecimento) e planta de localização (área geográfica onde se situa estabelecimento). Os projetos deverão ser enviados em escala padrão, com os ambientes identificados, cotas indicadas, áreas calculadas e vãos de portas e esquadrias discriminados;
- ▶ Planta de *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários – estes deverão estar distribuídos em planta, dimensionados conforme a escala do projeto e identificados / quantificados;
- ▶ Relatório Técnico contendo:
 - relação completa dos aparelhos e equipamentos a serem instalados nas unidades por ambiente;
 - relação dos procedimentos / exames a serem realizados por ambiente.
- ▶ Descrever o sistema de exaustão (quando for necessário), indicando-o no projeto, bem como sua altura em relação ao piso. O memorial descritivo deverá estar anexo, ao projeto;
- ▶ Definir os procedimentos a serem terceirizados, e os estabelecimentos por eles responsáveis;
- ▶ Discriminar o sistema de condicionamento de ar. A existência desse sistema implica a sua adequação à Portaria nº 3.523 de 28/08/98 – Ministério da Saúde;
- ▶ Indicar a capacidade instalada de reservatórios de água.

Após a aprovação do projeto arquitetônico, deve ser elaborado o projeto de blindagem com memorial de cálculo.

5.1.2. Estrutura Física

Atender o disposto no capítulo 6: Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar, da Portaria nº 1.884/94.

Sempre que houver paciente (acamado ou não), examinado, manipulado, tocado, medicado ou tratado, é obrigatória a provisão de recursos para lavagem das mãos através de lavatórios. Estes devem ser providos de torneira ou registro que dispense o uso das mãos quando do fechamento da água. Indicar em projeto a localização destes lavatórios.

Circulação

Corredores / Rampas / Escadas – atender a largura mínima exigida pela Portaria nº 1.884/94.

Portas

- ▶ Todas as portas de acesso de pacientes devem ter largura mínima (vão livre) de 0,80m, inclusive as dos sanitários;
- ▶ As portas dos sanitários de pacientes (inclusive recepção), devem ser providas de fechaduras que facilitem a sua abertura em caso de emergência, devendo ainda, abrir para fora destes ambientes ou possuir outros dispositivos que permitam a sua abertura, com rapidez e facilidade, caso haja necessidade de empurrar o paciente eventualmente caído no chão;
- ▶ Todas as portas utilizadas para passagem de maca devem ter dimensão mínima de 1,10 x 2,10m, sendo que as portas de acesso a unidades de diagnóstico e terapia, inclusive salas de exames que dão acesso à maca, devem ter largura mínima de 1,20 x 2,10m.

Elevadores e monta-cargas

Atender o dimensionamento mínimo exigido pela Portaria nº 1.884/94, bem como sua caracterização.

Ambiente

Identificar em projeto os seguintes ambientes:

- ▶ Sala de espera e recepção;
- ▶ Sanitário anexo à sala de espera, separado por sexo; sendo um deles adaptado para deficiente físico. Ver página 81 da Portaria nº 1.884/94;
- ▶ Sanitários de uso exclusivo de funcionários;
- ▶ Esterilização (quando necessário);
- ▶ Sala de preparo de pacientes e contraste (quando houver o procedimento);
- ▶ Sala de recuperação anestésica e posto de enfermagem com serviço - a depender dos exames a serem realizados, sendo obrigatório quando houver atendimento pediátrico;
- ▶ Sala ou área de comando – a depender do equipamento;
- ▶ Sanitário anexo às salas de exames contrastados / telecomandados;

- ▶ Salas de exames;
 - ▶ Sala de laudos, os demais ambientes dependerão dos procedimentos a serem realizados;
 - ▶ Ambientes de Apoio:
 - Depósito de Material de Limpeza – DML com tanque de lavagem;
- Objetivo funcional – guarda do material e equipamentos de limpeza em uso, coleta de água que será utilizada na limpeza, descarte de água servida oriunda da limpeza e higienização dos utensílios de limpeza.
- ▶ Sala de utilidades - deve estar localizada de tal forma que possa receber material contaminado da unidade onde se encontra, abrigar roupa suja devidamente acondicionada antes de encaminhar ao seu destino, e despejar resíduos líquidos contaminados sem afetar ou intervir em outras áreas ou circulações. Deve ser provida de pia de despejo com descarga e saída de esgoto de 100 mm;
 - ▶ Áreas Administrativas:
 - Câmara escura;
 - Vestiários de pacientes (a depender dos procedimentos a serem realizados).

Nas unidades hospitalares alguns ambientes podem ser compartilhados com outros setores; contanto que sejam observadas as condições de acessibilidade, sem que ocorram cruzamentos indevidos de fluxo, nem interferência nas atividades dos demais setores.

5.2. Critérios Necessários para Análise de Projeto Arquitetônico – Patologia Clínica

Para a efetivação da análise do projeto, são necessários os seguintes encaminhamentos:

5.2.1. Legislação

Portaria nº 1.884 de 11 de novembro de 1998 – Ministério da Saúde.

5.2.2. Documentação

- ▶ Especificação de piso, parede e teto. Ressaltamos que todos deverão ser laváveis, de fácil higienização, lisos e resistentes à agressão química e física. Todos os cantos devem ser arredondados;
- ▶ Planta baixa, planta de corte, planta de situação, planta de localização. Os projetos deverão ser enviados em escala padrão, com os ambientes identificados, cotas indicadas, áreas calculadas e vãos de portas e esquadrias discriminados;
- ▶ Planta de *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários – estes deverão estar distribuídos em planta, dimensionados conforme a escala do projeto e identificados / quantificados;
- ▶ Relatório Técnico contendo: a descrição da aparelhagem disponível para as atividades pleiteadas, bem como a relação completa dos aparelhos e equipamentos a serem instalados nas unidades;

- ▶ Relatório das instalações de que a empresa dispõe, descrição dos prédios e outros dados que caracterizam as edificações onde a empresa funcionará;
- ▶ Sistema de tratamento de água (quando for o caso);
- ▶ Identificar o sistema de exaustão em projeto. O memorial descritivo deverá estar anexo ao projeto;
- ▶ A instalação de sistema de condicionamento de ar com pressão positiva de acordo com as disposições da Portaria nº 3.523 de 28/08/98 – Ministério da Saúde;
- ▶ Relação dos exames a serem realizados no laboratório;
- ▶ Relação de todos os procedimentos que serão realizados na unidade por ambiente;
- ▶ Definir os procedimentos a serem terceirizados, e os estabelecimentos responsáveis pelos mesmos.

5.2.3. Estrutura Física

Atender o disposto no capítulo 6: Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar, da Portaria nº 1.884/94.

Circulação

Corredores – a largura dependerá do porte dos equipamentos; no mínimo 1,20m.

Portas

Sua dimensão dependerá do porte dos equipamentos; no mínimo deverá ser de 0,80 x 2,10m.

Ambiente

Identificar em projeto os seguintes ambientes:

- ▶ Sala de espera com recepção – 1,20 m² por pessoa;
- ▶ Sanitário anexo à sala de espera, separado por sexo; sendo um deles adaptado a deficiente físico. As portas devem abrir para fora deste ambiente;
- ▶ Sala para coleta provida de bancada de inox com cuba, área mínima de 4,50m²;
- ▶ Sala para coleta especial com sanitário anexo;
- ▶ No caso de boxes de coleta, estes devem ter área mínima de 1,50m², sendo que um deles deve ter área suficiente para conter uma maca;
- ▶ Área para classificação e distribuição de amostras, área mínima de 3,00m²;
- ▶ Sala de lavagem / preparo e esterilização, área mínima de 9,00m²;
- ▶ Laboratório Geral – hematologia, bioquímica, parasitologia, uranálise;
- ▶ Laboratórios específicos como: sorologia, bacteriologia, micologia, imunologia etc., com área mínima 6,00m²;
- ▶ Antecâmara para os laboratórios de virologia, área mínima de 2,00m²;

- ▶ Sala de diluição de fezes com sistema de exaustão, provida de bancada de inox com cuba funda;
- ▶ Sanitário de funcionários separado por sexo;
- ▶ Salas administrativas;
- ▶ Sala de laudos;
- ▶ Depósito de Material de Limpeza – DML com tanque de lavagem com 2,00m² e menor dimensão de 1,00m²;

Objetivo funcional – guarda do material e equipamentos de limpeza em uso, coleta de água que será utilizada na limpeza, descarte de água servida oriunda da limpeza e higienização dos utensílios de limpeza.

5.2.4. Documentação Básica para Licenciamento – Rx Diagnóstico e Radioterapia

- ▶ Requerimento de licenciamento fornecido pela DIVISA ou DIRES;
- ▶ Cópia do último Alvará Sanitário;
- ▶ Cópia da carteira e anuidade do Conselho Regional do responsável técnico, com certificado de especialização, a depender do serviço;
- ▶ Contrato Social e suas alterações;
- ▶ C.N.P.J. (atualizado);
- ▶ Relação de funcionários com os respectivos cargos e/ou funções;
- ▶ Último relatório de dosimetria enviado pelo laboratório de monitorização individual;
- ▶ Cópia do certificado de habilitação do(s) técnico(s) em radiologia e anuidade do respectivo Conselho;
- ▶ Relação de procedimentos realizados envolvendo o uso de fontes de radiação;
- ▶ Relação de fontes radioativas (quando for o caso);
- ▶ Relação de equipamentos de segurança e de monitoração individual e ambiental (quando for o caso);
- ▶ Relação dos equipamentos de proteção radiológica (aventais plumbíferos, luvas, óculos, protetor de tireóide, etc.);
- ▶ Relatório técnico dos cálculos de blindagem das paredes, com os materiais utilizados, fornecidos por profissional habilitado;
- ▶ Levantamento Radiométrico realizado com aparelho compatível com o tipo de radiação;
- ▶ Descrição dos equipamentos (fabricante, modelo, número de série e ano de fabricação);
- ▶ Laudo técnico, emitido por profissional habilitado, atestando a segurança das instalações radiológicas;
- ▶ Planta baixa na escala padrão, indicando as vizinhanças da instalação radioativa;
- ▶ Assinatura do Termo de Responsabilidade Técnica (*);

(*) Instalações de RX diagnóstico - Médico Radiologista

Instalações de RX odontológico – Cirurgião-Dentista

Instalações de Radioterapia - Radioterapeuta

5.2.5. Documentação Básica para Licenciamento - Medicina Nuclear

- ▶ Requerimento Padrão de licenciamento fornecido pela DIVISA;
- ▶ Cópia do último Alvará Sanitário (em caso de renovação);
- ▶ Cópia da carteira e anuidade do Conselho Regional do responsável técnico, com certificado de especialização (médico qualificado em medicina nuclear);
- ▶ Relação de funcionários com os respectivos cargos e/ou funções;
- ▶ Cópia da carteira do supervisor de Radioproteção com qualificação certificada pela CNEN;
- ▶ Cópia das carteiras dos técnicos de nível médio e/ou superior qualificados para o exercício das suas funções específicas. Qualificação certificada pela CNEN;
- ▶ Apresentar o Plano de radioproteção e gerenciamento de rejeitos aprovado pela CNEN;
- ▶ Apresentar a autorização da CNEN para Aplicação Médica "in vivo" (validade de 05 anos);
- ▶ Apresentar Autorização para Operação (validade 01 ano);
- ▶ Apresentar as rotinas para os seguintes procedimentos:
 - Proteção individual dos trabalhadores potencialmente expostos;
 - Recebimento do material radioativo;
 - Manipulação do material radioativo;
 - Monitoração conforme a Norma da CNEN – NN - 3.05;
 - Radioproteção na administração de doses terapêuticas (no caso de realizar este procedimento) em pacientes.
- ▶ Contrato Social e Alterações Contratuais da empresa responsável pelo serviço;
- ▶ Em caso de serviço terceirizado, apresentar o contrato social das partes envolvidas e o contrato celebrado entre as partes;
- ▶ Contrato celebrado com o laboratório de dosimetria;
- ▶ Cópia do último certificado de calibração dos equipamentos;
- ▶ C.N.P.J. (atualizado). Em caso de terceirização, apresentar os documentos das partes envolvidas;
- ▶ Último relatório de dosimetria enviado pelo laboratório de monitorização individual;
- ▶ Relação de todos os procedimentos realizados na unidade por ambiente;
- ▶ Relação de fontes radioativas;
- ▶ Relação de equipamentos por ambiente, discriminando fabricante, modelo, número de série e ano de fabricação;
- ▶ Relação de equipamentos de monitoração;

- ▶ Relação dos equipamentos de proteção individual (aventais plumbíferos, luvas, óculos, protetor de tireóide, etc.);
- ▶ Relatório técnico dos cálculos de blindagem das paredes, com os materiais utilizados, fornecidos por profissional habilitado;
- ▶ Levantamento Radiométrico realizado com aparelho compatível com o tipo de radiação nos locais necessários (cofres, etc.);
- ▶ Planta baixa na escala padrão, indicando as vizinhanças da instalação radioativa;
- ▶ Assinatura do Termo de Responsabilidade Técnica (*).

(*) Instalações de Medicina Nuclear - Médico qualificado em Medicina Nuclear (o médico pode acumular a função de supervisor de radioproteção desde que compatibilizadas as cargas horárias).

5.3. Cálculo de Blindagem, Levantamento Radiométrico e os Critérios de Biossegurança – DIVISA / SESAB

Das atividades realizadas nas unidades de saúde, as que envolvem radiações ionizantes são as que exigem mais controle no que se refere a estrutura física, documentação e rotinas, por necessitarem de proteção especial, de modo a garantir a segurança de pacientes, funcionários e público em geral.

O acidente com uma fonte de Césio em Goiânia reforçou a necessidade de se manter sob controle todas as instalações radioativas, alertando para a abrangência que uma intercorrência desse tipo pode alcançar.

A Vigilância Sanitária, diante do seu papel principal de prevenir agravos e promover a saúde da população, juntamente com o Ministério da Saúde e a Comissão Nacional de Energia Nuclear, busca adequar os estabelecimentos que utilizam direta ou indiretamente fontes radioativas na realização dos seus procedimentos. Para tanto conta com a seguinte legislação:

- ▶ Normas específicas da CNEN;
- ▶ Portaria nº 453/98 do Ministério da Saúde;
- ▶ Portaria nº 1.884/94 do Ministério da Saúde, dentre outras.

Uma das formas de se alcançar as condições adequadas de Biossegurança desse tipo de instalação é o licenciamento da VISA, através da emissão do Alvará Sanitário, após inspeção sanitária do local. O processo de licenciamento envolve as seguintes etapas: Análise do Projeto Arquitetônico, do Cálculo de Blindagem, do Levantamento Radiométrico, da Documentação Legal e da Inspeção do local.

A Análise do Projeto Arquitetônico é a 1ª etapa do processo, considerando que um dos princípios da Física estabelece: "*as doses de radiação são inversamente proporcional ao quadrado da distância*", significando que uma das formas de se reduzir doses de radiação é através da distância entre a fonte de radiação e o ponto a ser protegido; se dobrarmos o valor da distância, a dose de radiação será quatro vezes menor no ponto considerado. Podemos observar que o projeto arquitetônico poderá facilitar a proteção radiológica ambiental e pessoal, bem como controlar e restringir o acesso de pessoas às áreas com fontes radioativas através da adequação do fluxo. Vale ressaltar que um projeto arquitetônico elaborado com vista a atender as condições de Biossegurança nas instalações radioativas pode reduzir o custo necessário para a proteção radiológica dos ambientes em função da redução das espessuras das blindagens.

Os ambientes necessários para o funcionamento de um estabelecimento com instalação radioativa, bem como seu dimensionamento mínimo, depende dos procedimentos realizados e da sua complexidade, da faixa etária da clientela, dos equipamentos a serem instalados e do tipo da fonte radioativa.

O Cálculo de Blindagem deve ser feito após a conclusão do projeto arquitetônico e antes do início das obras de construção, sendo necessário que sejam conhecidos o tipo de equipamento emissor de radiação e sua tensão, ou a fonte radioativa e sua atividade e meia vida, bem como a carga de trabalho.

O cálculo de blindagem é elaborado mediante as informações fornecidas pelo proprietário no que se refere às características do equipamento, às condições de trabalho deste, ao número de procedimentos previstos para ser realizado num período de tempo preestabelecido (carga de trabalho), além da localização do equipamento no contexto da sala. Qualquer alteração em um desses parâmetros iniciais pode comprometer a veracidade cálculo.

O cálculo de blindagem estabelece as espessuras mínimas da blindagem, que pode ser em argamassa de baritina, placa de chumbo, placa de ferro, concreto armado, parede de tijolo maciço. A depender da densidade do material e sua capacidade de absorção de energia, a espessura será maior ou menor. Quanto maior a densidade do material menor a espessura necessária para atenuar a taxa de dose.

Durante a execução das obras de blindagem dos ambientes, vários fatores como qualidade da mão-de-obra, qualidade do material utilizado, atendimento às recomendações do fabricante, manutenção do traço da argamassa de baritina em todo o seu processo de preparo e aplicação, dentre outros, podem concorrer para que as condições iniciais estabelecidas no cálculo de blindagem não sejam cumpridas à risca, o que pode comprometer as condições de radioproteção da instalação.

Objetivando atender as condições de Biossegurança e garantir que funcionários e público em geral não sejam expostos a radiação ionizante indevidamente, deve ser apresentado o LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO, que deverá ser realizado com equipamento compatível com o tipo de radiação emitida.

O levantamento radiométrico é realizado com as obras civis concluídas, com a sala totalmente aparelhada, com o equipamento emissor de radiação, ou a fonte radioativa, instalado no local; isto é, a sala deverá estar em condição plena para realizar os procedimentos a que se propõe.

Durante a Inspeção Sanitária da instalação radioativa, são avaliados: a documentação legal (que dependerá do tipo de procedimento a ser realizado e da especificidade de cada instalação), a estrutura física, os procedimentos realizados, o controle ocupacional dos funcionários potencialmente expostos à radiação, a proteção radiológica da instalação e a segurança de pacientes, funcionários e público em geral.

Como podemos observar, as condições de Biossegurança nas instalações radioativas devem ser atendidas, como meio de garantir a qualidade dos serviços prestados e a segurança da coletividade.

5.3.1. Critérios Mínimos para Análise de Cálculo de Blindagem

Para avaliação do Cálculo de Blindagem são necessários os seguintes encaminhamentos:

- ▶ Identificação do estabelecimento contendo:
 - Nome;
 - Endereço com CEP;
 - Telefone;
 - Responsável Técnico pela unidade.
- ▶ Identificação do Aparelho discriminando:
 - Marca;
 - Modelo;
 - Número;
 - Tensão máxima;
 - Espessura da filtração de alumínio;
 - Carga de trabalho;
 - Relação dos procedimentos realizados.
- ▶ Projeto da (s) salas (s) de RX, discriminando:
 - Planta baixa com *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários, em escala padrão, indicando:
 - Os pontos referenciais das zonas a serem protegidas;
 - Distância entre as zonas protegidas e o ponto focal;
 - Distância entre o foco e o centro do campo na pele do paciente;
 - Distância entre o centro do campo na pele do paciente e a zona a ser protegida.

5.3.2. Documentação Básica para Licenciamento - Medicina Nuclear

- ▶ Requerimento de licenciamento fornecido pela DIVISA ou DIRES;
- ▶ Cópia do último Alvará Sanitário;
- ▶ Cópia da carteira e anuidade do Conselho Regional do responsável técnico, com certificado de especialização (médico qualificado em medicina nuclear);
- ▶ Cópia da carteira do supervisor de Radioproteção com qualificação certificada pela CNEN;
- ▶ Cópia das carteiras dos técnicos de nível médio e/ou superior qualificados para o exercício das suas funções específicas. Qualificação certificada pela CNEN;
- ▶ Apresentar o Plano de radioproteção e gerenciamento de rejeitos aprovado pela CNEN;
- ▶ Apresentar as rotinas para os seguintes procedimentos:
 - Proteção individual dos trabalhadores potencialmente expostos;
 - Recebimento do material radioativo;

- Manipulação do material radioativo;
 - Monitoração conforme a Norma da CNEN – NN - 3.05;
 - Radioproteção na administração de doses terapêuticas com pacientes.
- ▶ Contrato Social e suas alterações;
 - ▶ Cópia do último certificado de calibração dos equipamentos;
 - ▶ C.N.P.J. (atualizado);
 - ▶ Relação de funcionários com os respectivos cargos e/ou funções;
 - ▶ Último relatório de dosimetria enviado pelo laboratório de monitorização individual;
 - ▶ Relação de procedimentos realizados envolvendo o uso de fontes de radiação;
 - ▶ Relação de equipamentos de monitoração;
 - ▶ Relação de fontes radioativas;
 - ▶ Relação dos equipamentos de proteção individual (aventais plumbíferos, luvas, óculos, protetor de tireóide, etc.);
 - ▶ Relatório técnico dos cálculos de blindagem das paredes, com os materiais utilizados fornecido por profissional habilitado;
 - ▶ Levantamento Radiométrico realizado com aparelho compatível com o tipo de radiação nos locais necessários (cofres, etc.);
 - ▶ Descrição dos equipamentos: fabricante, modelo, número de série e ano de fabricação;
 - ▶ Laudo técnico, emitido por profissional habilitado, atestando a segurança das instalações radiológicas;
 - ▶ Planta baixa na escala padrão, indicando as vizinhanças da instalação radioativa;
 - ▶ Assinatura do Termo de Responsabilidade Técnica (*).

(*) Instalações de RX diagnóstico - Médico Radiologista

Instalações de RX odontológico - Cirurgião-Dentista

Instalações de Radioterapia - Radioterapeuta

Instalações de Medicina Nuclear - Médico qualificado em Medicina Nuclear (o médico pode acumular a função de supervisor de radioproteção desde que compatibilizadas as cargas horárias).

5.4. Análise de Projeto – Medicina Nuclear

5.4.1. Legislação

- ▶ Portaria nº 1.884 de 11 de novembro de 1994 – Ministério da Saúde.
- ▶ Norma da CNEN – NN - 3.05 de abril de 1996.

Para a efetivação da análise do projeto, são necessários os seguintes encaminhamentos:

5.4.2. Documentação

- ▶ Planta baixa, planta de corte, planta de situação e planta de localização. Os projetos deverão ser enviados em escala padrão, com os ambientes identificados, cotas indicadas, áreas calculadas e vãos de portas e esquadrias discriminados;
- ▶ Planta de *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários – estes deverão estar distribuídos em planta, dimensionados conforme a escala do projeto e identificados / quantificados;
- ▶ Especificação de piso, parede e teto: todos deverão ser laváveis, de fácil higienização, lisos e resistentes à agressão química e física;
- ▶ Relatório Técnico contendo:
 - relação completa dos aparelhos e equipamentos a serem instalados nas unidades por ambiente;
- ▶ Descrever o sistema de exaustão (quando for necessário), indicando-o no projeto, bem como sua altura em relação ao piso. O memorial descritivo deverá estar anexo, ao projeto;
- ▶ Definir os procedimentos a serem terceirizados, e os estabelecimentos por eles responsáveis;
- ▶ Discriminar o sistema de condicionamento de ar. A existência desse sistema implica a sua adequação à Portaria nº 3.523 de 28/08/98 – Ministério da Saúde;
- ▶ Indicar a capacidade instalada de reservatórios de água;
- ▶ Definir a clientela - faixa etária, tempo de permanência na unidade e sua origem.

Após a aprovação do projeto arquitetônico, deverá ser elaborado o projeto de blindagem com o memorial de cálculo.

5.4.3. Estrutura Física

Atender o disposto no capítulo 6: Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar, da Portaria nº 1.884/94.

Sempre que houver paciente (acamado ou não), examinado, manipulado, tocado, medicado ou tratado, é obrigatória a provisão de recursos para lavagem das mãos através de lavatórios. Estes devem ser providos de torneira ou registro que dispense o uso das mãos quando do fechamento da água. Indicar em projeto a localização destes lavatórios.

Circulação

Corredores / Rampas / Escadas – atender a largura mínima exigida pela Portaria nº 1.884/94.

Portas

- ▶ Todas as portas de acesso de pacientes devem ter largura mínima (vão livre) de 0,80m, inclusive as dos sanitários;

- ▶ As portas dos sanitários de pacientes (inclusive recepção), devem ser providas de fechaduras que facilitem a sua abertura em caso de emergência, devendo ainda, abrir para fora destes ambientes ou possuir outros dispositivos que permitam a sua abertura, com rapidez e facilidade, caso haja necessidade de empurrar o paciente eventualmente caído no chão;
- ▶ Todas as portas utilizadas para passagem de maca devem ter dimensão mínima de 1,10 x 2,10m, sendo que as portas de acesso à unidades de diagnóstico e terapia, inclusive salas de exames que dão acesso a maca devem ter largura mínima de 1,20 x 2,10m;

Elevadores e monta-cargas

Atender o dimensionamento mínimo exigido pela Portaria nº 1.884/94, bem como sua caracterização.

Ambiente

Identificar em projeto os seguintes ambientes:

- ▶ Sala de espera e recepção;
- ▶ Sanitário anexo à sala de espera, separado por sexo, sendo um deles adaptado para deficiente físico. Ver página 81 da Portaria nº 1.884/94;
- ▶ Sanitários de uso exclusivo de funcionários;
- ▶ Esterilização (quando necessário);
- ▶ Sala de preparo de pacientes (aplicação de radiofármacos);
- ▶ Sala ou boxes para pacientes injetados (com sanitário / vestiário anexos);
- ▶ Sala para armazenamento de rejeitos radioativos;
- ▶ Laboratório de manipulação e armazenamento de fontes em uso;
- ▶ Sala para responsável técnico com indicação do local onde serão armazenados os equipamentos de monitoração;
- ▶ Salas de exames (a depender do equipamento);
- ▶ Quarto para internação de pacientes com dose terapêutica, com sanitário anexo (para doses de iodo - 131 acima de 1.11 Gbq);
- ▶ Box para coleta de sangue e laboratório de radioimuno-ensaio (caso seja realizado este procedimento, do contrário indicar o estabelecimento responsável);
- ▶ Sala de recuperação anestésica e posto de enfermagem com serviço - a depender dos exames a serem realizados, sendo obrigatório quando houver atendimento pediátrico;
- ▶ Sala de laudos;
- ▶ Laboratório de revelação de filmes (a depender da técnica utilizada).

Identificar no projeto os seguintes ambientes de apoio:

- ▶ Depósito de Material de Limpeza – DML com tanque de lavagem;

Objetivo funcional – guarda do material e equipamentos de limpeza em uso, coleta de água que será utilizada na limpeza, descarte de água servida oriunda da limpeza e higienização dos utensílios de limpeza.

- ▶ Sala de utilidades - deve estar localizada de tal forma que possa receber material contaminado da unidade onde se encontra, abrigar roupa suja devidamente acondicionada antes de encaminhar ao seu destino, e despejar resíduos líquidos contaminados sem afetar ou intervir em outras áreas ou circulações. Deve ser provida de pia de despejo com descarga e saída de esgoto de 100 mm;
- ▶ Sala administrativa;
- ▶ Copa;
- ▶ Área para guarda de macas e cadeiras de rodas.

5.4.4. Conclusão

Após adequação, o projeto deverá ser enviado à DIVISA para avaliação, estando sujeito a novas solicitações a depender das informações fornecidas.

Os demais ambientes e/ou fluxos, não mencionados neste relatório, foram considerados satisfatórios; caso sofram alteração, na adequação do projeto, estes serão reavaliados.

A análise foi feita considerando que o projeto apresentado destina-se exclusivamente a realização de procedimentos inerentes a diagnóstico por imagem através de Raios X.

Fica anulado o relatório emitido caso o dimensionamento “in loco” não coincida com o projeto apresentado, ou haja qualquer alteração na estrutura física e/ou funcional posterior a esta análise, sem o devido conhecimento e aprovação desta DIVISA.

Quaisquer discordâncias das orientações contidas neste relatório deverão ser justificadas por escrito, estando sujeitas à avaliação.

5.5. Análise De Projeto – Radiação Raios X

5.5.1. Legislação

- ▶ Portaria nº 1.884 de 11 de novembro de 1994 – Ministério da Saúde;
- ▶ Portaria nº 453 de 01 de junho de 1998 – Ministério da Saúde.

Para a efetivação da análise do projeto, são necessários os seguintes encaminhamentos:

5.5.2. Documentação

- ▶ Especificação de piso, parede e teto. Ressaltamos que todos deverão ser laváveis, de fácil higienização, lisos e resistentes à agressão química e física;
- ▶ Planta baixa, planta de corte, planta de situação, planta de localização. Os projetos deverão ser enviados em escala padrão, com os ambientes identificados, cotas indicadas, áreas calculadas e vãos de portas e esquadrias discriminados;

- ▶ Planta de *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários – estes deverão estar distribuídos em planta, dimensionados conforme a escala do projeto e identificados / quantificados;
- ▶ Relatório Técnico contendo a descrição da aparelhagem disponível, para as atividades pleiteadas, bem como a relação completa dos aparelhos e equipamentos a serem instalados nas unidades;
- ▶ Relatório das instalações que a empresa dispõe, descrição dos prédios e outros dados que caracterizam as edificações onde a empresa funcionará;
- ▶ Identificar o sistema de exaustão em projeto (quando necessário). O memorial descritivo deverá estar anexo ao projeto;
- ▶ Identificar o sistema de condicionamento de ar. A existência desse sistema implica a sua adequação à Portaria nº 3.523 de 28/08/98 – Ministério da Saúde;
- ▶ Relação de todos os procedimentos e exames que serão realizados na unidade por ambiente;
- ▶ Definir os procedimentos a serem terceirizados, e os estabelecimentos por eles responsáveis;
- ▶ Indicar a capacidade instalada de reservatórios de água.

Após a aprovação do projeto arquitetônico, deverá ser elaborado o projeto de blindagem com memorial de cálculo.

5.5.3. Estrutura Física

Atender o disposto no capítulo 6: Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar, da Portaria nº 1.884/94.

Sempre que houver paciente (acamado ou não), examinado, manipulado, tocado, medicado ou tratado, é obrigatória a provisão de recursos para lavagem das mãos através de lavatórios. Estes devem ser providos de torneira ou registro que dispense o uso das mãos quando do fechamento da água. Indicar em projeto a localização destes lavatórios.

Circulação

Corredores / Rampas / Escadas – atender a largura mínima exigida pela Portaria nº 1.884/94.

Portas

- ▶ Todas as portas de acesso de pacientes devem ter largura mínima (vão livre) de 0,80m, inclusive as dos sanitários;
- ▶ As portas dos sanitários de pacientes (inclusive recepção), devem ser providas de fechaduras que facilitem a sua abertura em caso de emergência, devendo ainda, abrir para fora destes ambientes ou possuir outros dispositivos que permitam a sua abertura, com rapidez e facilidade, caso haja necessidade de empurrar o paciente eventualmente caído no chão;

- ▶ Todas as portas utilizadas para passagem de maca devem ter dimensão mínima de 1,10 x 2,10m, sendo que as portas de acesso a unidades de diagnóstico e terapia, inclusive salas de exames que dão acesso à maca, devem ter largura mínima de 1,20 x 2,10m.

Elevadores e monta-cargas

Atender o dimensionamento mínimo exigido pela Portaria nº 1.884/94, bem como sua caracterização.

Ambiente

Identificar em projeto os seguintes ambientes:

- ▶ Sanitário anexo à sala de espera separado por sexo, sendo um deles adaptado para deficiente físico. Ver página 81 da Portaria nº 1.884/94;
- ▶ Sanitários de uso exclusivo de funcionários;
- ▶ Esterilização (quando necessário);
- ▶ Sala de preparo de pacientes e contraste;
- ▶ Sala de recuperação anestésica e posto de enfermagem com serviço - a depender dos exames a serem realizados, sendo obrigatório quando houver atendimento pediátrico;
- ▶ Sala ou área de comando – a depender do equipamento;
- ▶ Sanitário anexo às salas de exames contrastados e ultrassom;
- ▶ Salas de exames;
- ▶ Sala de laudos.

Identificar em projeto os seguintes ambientes de apoio:

- ▶ Depósito de Material de Limpeza – DML com tanque de lavagem:

Objetivo funcional – guarda do material e equipamentos de limpeza em uso, coleta de água que será utilizada na limpeza, descarte de água servida oriunda da limpeza e higienização dos utensílios de limpeza.
- ▶ Sala de utilidades - deve estar localizada de tal forma que possa receber material contaminado da unidade onde se encontra, abrigar roupa suja devidamente acondicionada antes de encaminhar ao seu destino, e despejar resíduos líquidos contaminados sem afetar ou intervir em outras áreas ou circulações. Deve ser provida de pia de despejo com descarga e saída de esgoto de 100mm.
- ▶ Área para registro de pacientes;
- ▶ Sala de espera;
- ▶ Câmara escura;
- ▶ Vestiários.

5.5.4. Conclusão

Após adequação, o projeto deverá ser enviado à DIVISA para avaliação, estando o mesmo sujeito a novas solicitações a depender das informações fornecidas.

Os demais ambientes e/ou fluxos, não mencionados neste relatório, foram considerados satisfatórios; caso sofram alteração, na adequação do projeto, estes serão reavaliados.

A análise foi feita considerando que o projeto apresentado destina-se exclusivamente a realização de procedimentos inerentes a diagnóstico por imagem através de Raios X.

Fica anulado o relatório emitido caso o dimensionamento “in loco” não coincida com o projeto apresentado, ou haja qualquer alteração na estrutura física e/ou funcional posterior a esta análise, sem o devido conhecimento e aprovação desta DIVISA.

Quaisquer discordâncias das orientações contidas neste relatório deverão ser justificadas por escrito, estando sujeitas à avaliação.

5.6. RX - Odontológico

5.6.1. Base Legal

- ▶ Portaria nº 1.884 de 11 de novembro de 1994 – Ministério da Saúde;
- ▶ Portaria nº 453 de 01 de junho de 1998 – Ministério da Saúde.

5.6.2. Documentação Necessária

- ▶ Especificação de piso, parede e teto. Ressaltamos que todos deverão ser laváveis, de fácil higienização, lisos e resistentes à agressão química e física;
- ▶ Planta baixa, planta de corte, planta de situação, planta de localização. Os projetos deverão ser enviados em escala padrão, com os ambientes identificados, cotas indicadas, áreas calculadas e vãos de portas e esquadrias discriminados;
- ▶ Planta de *Layout* de equipamentos e principais móveis utilitários – estes deverão estar distribuídos em planta, dimensionados conforme a escala do projeto e identificados / quantificados;
- ▶ Relatório Técnico contendo a descrição da aparelhagem disponível, para as atividades pleiteadas, bem como a relação completa dos aparelhos e equipamentos a serem instalados nas unidades;
- ▶ Relatório das instalações que a empresa dispõe, descrição dos prédios e outros dados que caracterizam as edificações onde a empresa funcionará;
- ▶ Identificar o sistema de exaustão em projeto (quando necessário). O memorial descritivo deverá estar anexo ao projeto;
- ▶ Identificar o sistema de condicionamento de ar. A existência desse sistema implica a sua adequação à Portaria nº 3.523 de 28/08/98 – Ministério da Saúde;
- ▶ Relação de todos os procedimentos e exames que serão realizados na unidade por ambiente;
- ▶ Definir os procedimentos a serem terceirizados, e os estabelecimentos por eles responsáveis;
- ▶ Indicar a capacidade instalada de reservatórios de água.

Após a aprovação do projeto arquitetônico, deverá ser elaborado o projeto de blindagem com memorial de cálculo.

5.6.3. Estrutura Física

Atender o disposto no capítulo 6: Condições Ambientais de Controle de Infecção Hospitalar, da Portaria nº 1.884/94.

Sempre que houver paciente, examinado, manipulado, tocado, medicado ou tratado, é obrigatória a provisão de recursos para lavagem das mãos através de lavatórios. Estes devem ser providos de torneira ou registro que dispense o uso das mãos quando do fechamento da água. Indicar em projeto a localização destes lavatórios.

Circulação

A largura mínima aceitável para circulação de pacientes, considerando o objetivo funcional da clínica, é de no mínimo 1,00m.

Portas

- ▶ Todas as portas de acesso de pacientes devem ter largura mínima (vão livre) de 0,80m, inclusive as dos sanitários.
- ▶ As portas dos sanitários de pacientes (inclusive recepção) devem ser providas de fechaduras que facilitem a sua abertura em caso de emergência, devendo ainda, abrir para fora destes ambientes ou possuir outros dispositivos que permitam a sua abertura, com rapidez e facilidade, caso haja necessidade de empurrar o paciente eventualmente caído no chão.

Ambientes

Identificar em projeto os seguintes ambientes:

- ▶ Sanitário anexo à sala de espera separado por sexo, sendo um deles adaptado para deficiente físico. Ver página 81 da Portaria nº 1.884/94;
- ▶ Sanitários de uso exclusivo de funcionários;
- ▶ Lavagem e Esterilização;
- ▶ Salas de exames;
- ▶ Sala de laudos;
- ▶ Consultórios;
- ▶ Sala de moldagem;
- ▶ Administração / Arquivo;
- ▶ Laboratório;
- ▶ Sala para corte de gesso seco;
- ▶ Almoxarifado (depósito);
- ▶ Sala de fotografia.

Identificar em projeto os seguintes ambientes de apoio:

- ▶ Depósito de Material de Limpeza – DML com tanque de lavagem:

Objetivo funcional – guarda do material e equipamentos de limpeza em uso, coleta de água que será utilizada na limpeza, descarte de água servida oriunda da limpeza e higienização dos utensílios de limpeza.

- ▶ Recepção e registro com espera;
- ▶ Sala de espera;
- ▶ Sala de revelação (câmara escura).

6. Biossegurança em Estabelecimentos de Saúde

André Ney Menezes Freire

Ivana Nascimento

Robert Schaer

Roberto Meyer

Songeli Menezes Freire

6.1. Apresentação

O presente capítulo traz informações e orientações para os cuidados e biossegurança nos diversos setores de estabelecimentos e serviços de saúde.

6.2. Biossegurança em Estabelecimentos de Saúde

Todo profissional que trabalha com substâncias químicas de risco, com material biológico que esteja sujeito a radiações, ou que manipule material perfuro-cortante ou, ainda, equipamentos com bases de funcionamento físico (microondas, ultra-som, autoclaves etc.), deve:

- ▶ Estar atento e não fazer uso de drogas que afetem o raciocínio, autocontrole e comportamento;
- ▶ Ler a recomendação da biossegurança de saúde e procedimentos operacionais padrão do setor;
- ▶ Agir com tranquilidade e sem pressa;
- ▶ Prevenir-se de eventuais acidentes utilizando, de acordo a sua necessidade, os equipamentos de proteção individual e coletivo (jaleco, avental, óculos, protetor facial, cabelos presos, luvas, botas, máscara, avental de chumbo, câmara de exaustão, cabina de segurança biológica e química).

Nos setores de maior trânsito e fluxo de pessoas, as sinalizações gerais das áreas restritas e permitidas devem ser freqüentes e devem estar visíveis. As referidas sinalizações devem ser expressas, também, em "braille" para os deficientes visuais; ou com indicação simbólica ou monitor para os analfabetos.

6.3. Hospitais

6.3.1. Hospitais Clássicos e Convencionais

Os hospitais clássicos e convencionais, cuja função característica essencial e básica de estabelecimento de saúde está relacionada diretamente ou intimamente com o diagnóstico, tratamento e cura, devem ter uma estrutura física desenhada com base nas Normas do Ministério da Saúde, conforme descrito no capítulo anterior. Os projetos dos hospitais modernos devem incluir o tipo e o modelo de hospital desejado, população a ser atendida, atividades a serem exercidas, capacidade, finalidade etc.

As áreas devem estar bem definidas e o fluxo de pacientes (internos ou externos), visitantes e acompanhantes deve ser controlado totalmente pelo sistema de vigilância e recepção. Este sistema constará de uma administração e uma secretaria eficientes, informatizadas e atualizadas, com treinamento em contenção emocional. As atividades e o controle devem ser monitorados e discutidos continuamente, para melhora da recepção ao paciente que chega desorientado e necessitado de informação, condução, contenção e boa acolhida.

As diversas áreas devem ser separadas e vigiadas por profissionais treinados em primeiros-socorros.

A assepsia das instalações gerais abertas ao público, e as específicas e restritas, deve ser rigorosa segundo determinação da Vigilância Sanitária.

As habitações e todos os setores clínicos devem ser separados e o controle de resíduo de descarte deve ser rigoroso. Todo o material deve ser esterilizado antes de ser liberado como lixo ou incinerado em cada turno, evitando a saída de germes do local, e diminuindo o risco de contaminação e complicação com infecção hospitalar.

A preparação de componentes que fazem parte de manipulação de nutrientes utilizados para administração parenteral deve seguir as normas de assepsia e controle de qualidade da água e das drogas. Deve obedecer também a normas de esterilidade com utilização de métodos e equipamentos adequados, manipulados de forma correta.

Na entrada e na saída do hospital deve haver pias largas, para assepsia, com sinalização, visível e acessível.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos das mãos. Os cabelos devem estar amarrados e, ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de serem guardados com os outros utensílios.

Classificação das Áreas Hospitalares

- ▶ **Área Crítica:** a que oferece risco potencial para aquisição de infecção seja pelos procedimentos invasivos realizados, ou pela presença de pacientes susceptíveis às infecções. Ex.: Centro Cirúrgico e Obstétrico, Berçário, UTI, Hemodiálise, Laboratório, CME, Banco de Sangue, área suja de lavanderia etc.
- ▶ **Área Semi-crítica:** possui menor risco de infecção, são ocupadas por pacientes que não exigem cuidados intensivos ou de isolamento. Ex.: Enfermarias, Apartamentos e Ambulatórios.

- ▶ **Área não crítica:** todas as áreas não ocupadas por pacientes e aquelas destinadas a exames de pacientes. Ex.: Escritórios, Almojarifado, Setor de Radiologia e Consultórios.

Desinfecção hospitalar

Desinfetantes - formulações que têm na sua composição substâncias microbidas com efeito letal para microorganismos não esporulados.

Classificação dos desinfetantes:

- Alto nível: promove a eliminação de todos os microorganismos e alguns esporos bacterianos;
- Nível intermediário: promove a eliminação do bacilo da tuberculose, bactérias vegetativas, muitos vírus e fungos, mas não elimina esporos;
- Baixo nível: promove a eliminação de bactérias, alguns fungos e vírus. Não elimina o bacilo da tuberculose.

Princípios ativos utilizados nos desinfetantes hospitalares:

- ▶ **Álcool (etílico e Isopropílico):**
 - mecanismo de ação: induz à desnaturação de proteínas e à inibição da produção do metabolismo essencial para a rápida divisão celular;
 - espectro de ação: são bactericidas, tuberculocidas, fungicidas e virulicidas; mas não são esporicidas;
 - concentração de uso: álcool etílico a 70% em peso;
 - Indicação de uso: desinfecção de nível intermediário de artigos e superfícies com tempo de exposição de 10 minutos na concentração indicada. Ex.: ampolas de vidros, termômetros retal e oral, estetoscópios, superfícies externas de equipamentos metálicos, camas, macas, colchões, bancadas etc.
- ▶ **Fenólicos:**
 - mecanismo de ação: inativação do sistema enzimático e perda de metabólitos essenciais pela parede celular;
 - espectro de ação: bactericida, fungicida, virulicida (HIV) e tuberculicida;
 - concentração: são encontradas em concentrações de 1 a 7%; sendo a de 5% a mais utilizada;
 - uso: desinfecção de superfícies e artigos metálicos e de vidro em nível médio, ou intermediário e baixo, com tempo de exposição de 10 minutos para superfícies e de 30 minutos para artigos, na concentração indicada pelo fabricante.

Atenção: Não são recomendados para artigos que entram em contato com o trato respiratório, alimentos, berçário, nem com objetos de látex, acrílico e borrachas. Pelo efeito residual são ativos na presença de matéria orgânica.

- ▶ **Quaternários de Amônia** - são indicados para desinfecção de superfícies em berçários e unidades de manuseio de alimentos:
 - mecanismos de ação: inativação de enzimas produtoras de energia, desnaturação de proteínas celulares e ruptura de membrana celular;
 - espectro de ação: fungicida, bactericida, virulicida;
 - concentração de uso: recomendada pelo fabricante;
 - indicação: desinfecção de baixo nível: tempo de exposição de 30 minutos, na concentração indicada pelo fabricante.

- ▶ Compostos inorgânicos liberadores de cloro ativo (Hipoclorito de sódio/cálcio/lítio) - promove desinfecção de nível médio:
 - mecanismos de ação: inibição de reação enzimática básica da célula, desnaturação de proteína e inativação de ácidos nucleicos;
 - espectro de ação: virulicida, bactericida, microbactericida e esporicida para um grande número de esporos;
 - concentração de uso: 0,02 a 1%, dependendo da indicação de uso;
 - Indicação: desinfecção de lactários, cozinhas, depósitos de água, material de inaloterapia e oxigenoterapia na concentração de 0,02% e tempo de contato de 60 min. Desinfecção de superfície de unidade de diálise, hemodiálise, banco de sangue, laboratórios na concentração de 1% por 10 minutos.

Observação: O uso é limitado pela presença de matéria orgânica, capacidade corrosiva e descolorante, não devendo ser usado em metais e mármore.

- ▶ Solução de Iodo:
 - espectro de ação: bactericida, tuberculicida, fungicida, virulicida, não-esporicida;
 - concentração de uso: álcool iodado a 0,5% e tempo de contato de 10 minutos;
 - indicação: na desinfecção de nível intermediário. Ampolas de vidro, estetoscópio, otoscópio, superfícies externas de equipamentos, partes metálicas de incubadora etc;
 - recomendações: após o tempo de contato, removê-lo friccionando álcool, para evitar os efeitos corrosivos do iodo. As soluções devem ser acondicionadas em frascos escuros, fechados e guardados em locais frescos;
 - efeito residual de 2 a 4 horas;
 - ação neutralizada pela presença de matéria orgânica.
- ▶ Glutaraldeído:
 - promove desinfecção de alto nível;
 - mecanismos de ação; altera o DNA, RNA e síntese protéica;
 - espectro de ação: bactericida, fungicida, microbactericida e esporicida;
 - concentração: 2% por 30 minutos;
 - indicação: endoscópios de fibra ótica de alto risco (enxaguar com água estéril); artigos não-descartáveis, metálicos ou corrosivos por hipoclorito; instrumental termo-sensível; equipamentos de aspiração etc;
 - Recomendações: materiais demasiadamente porosos como os de látex podem reter o glutaraldeído, caso não haja bom enxágüe.

Apresenta atividade germicida em presença de matéria orgânica, entretanto, materiais colocados no glutaraldeído sem limpeza prévia apresentam impregnação de sangue e secreções pela formação de precipitados, dificultando a limpeza de maneira especial. O produto deve ser manipulado em local arejado e com uso de EPI.

Descarte do lixo gerado pela nutrição

Todo resíduo alimentar secundário à preparação de alimentos e os restos alimentares de pacientes devem ser coletados em sacos descartáveis ou em recipientes reutilizáveis. Todo material acondicionado deve estar em recipientes bem fechados para evitar vazamentos. Os sacos devem ser descartados e os recipientes reutilizáveis limpos e desinfetados antes de serem levados de volta ao setor de origem.

Resíduos animais gerados nas cozinhas devem ser embalados individualmente antes do descarte.

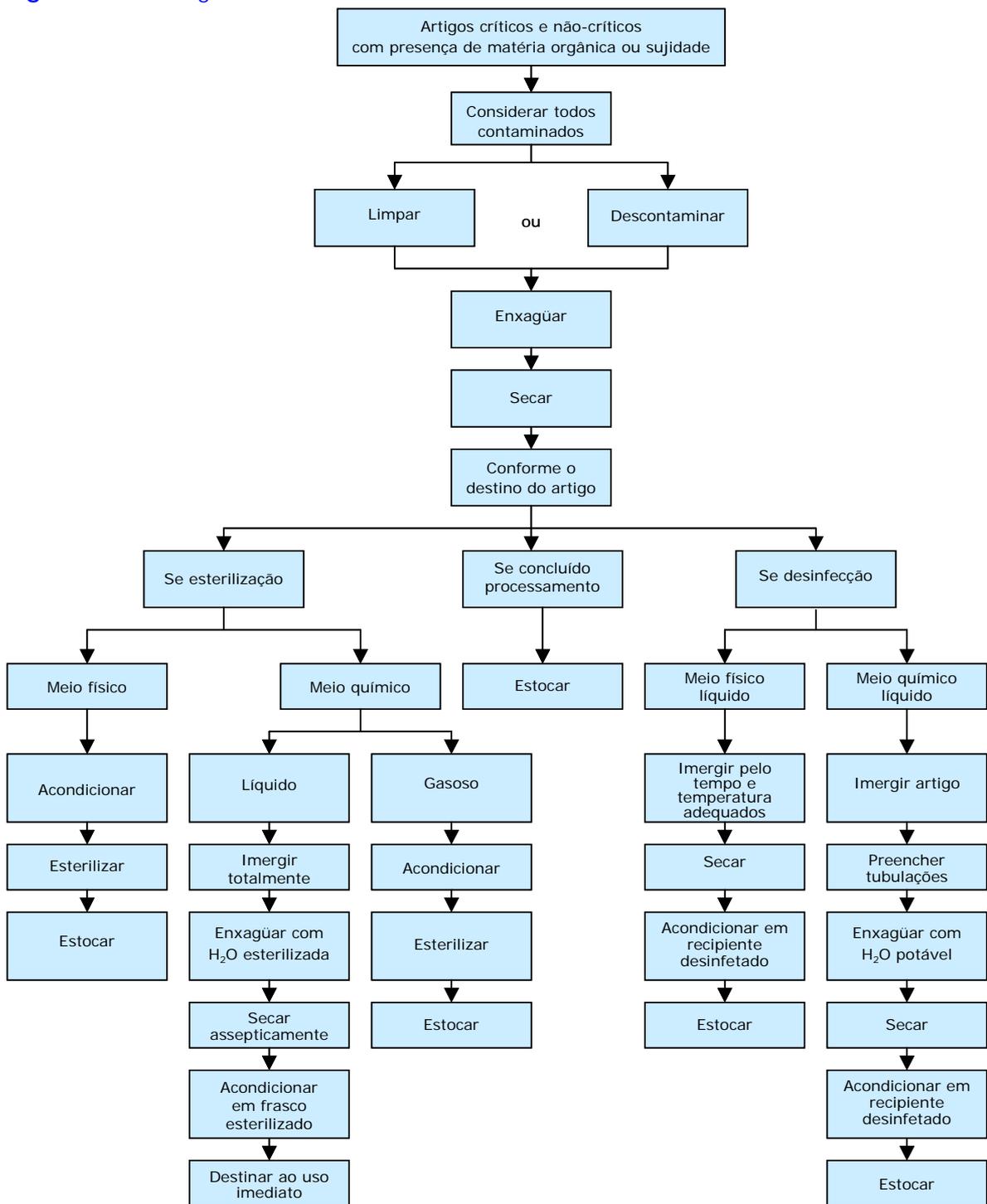
Classificação dos artigos hospitalares

- ▶ **Artigos críticos** – entram em contato com tecidos estéreis ou com o sistema vascular e devem ser esterilizados para uso, pois possuem alto risco de causar infecção.
- ▶ **Artigos semi-críticos** – são aqueles destinados ao contato com a pele não intacta ou com mucosas íntegras. Ex.: equipamentos respiratórios e de anestesia, endoscopia, etc. Requerem desinfecção de alto nível ou esterilização.
- ▶ **Artigos não críticos** – são artigos destinados ao contato com a pele íntegra do paciente. Ex.: comadres (aparadores), cubas, aparelhos de pressão, entre outros. Requerem limpeza ou desinfecção de baixo ou médio nível. Deve-se atentar para o risco de transmissão secundária por parte dos profissionais que lidam com o artigo e entrem em contato com o paciente.

A seguir apresentaremos, o fluxograma dos passos seqüenciais do processamento de artigos em estabelecimentos de saúde³.

³ BRASIL. Ministério da Saúde. **Processamento de artigos e superfícies em estabelecimentos de saúde**. 2. ed. 1994, 29 p.

Figura 6.1 - Fluxograma



6.3.2. Hospital de Dia

O hospital de dia, que tem a característica funcional geral de proporcionar o tratamento e a cura, recepcionando e contendo pacientes por poucas horas, deve ter suas habitações e todos os setores clínicos separados e identificados por sinalização.

As sinalizações das áreas restritas e permitidas devem estar visíveis; devem estar também expressas em "braille" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos.

O controle de resíduo de descarte deve ser rigoroso. Todo o material deve ser esterilizado ou incinerado, em cada turno, para evitar o risco de contaminação e complicação de infecção hospitalar e saída de germes do local.

Na entrada e na saída do hospital deve haver uma pia larga, com indicações ou sinalizações de assepsia e desinfecção, que deve estar visível e acessível.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos das mãos. Os cabelos devem estar amarrados e, ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de ser guardado com os outros utensílios.

6.4. Clínicas

6.4.1. Clínicas Especializadas

Devem ter o controle total de registro dos pacientes e visitantes para localização em situações de emergência. O controle de ingresso e egresso de clientes e/ou pacientes e visitantes é inquestionável e deve ser recomendado. As sinalizações das áreas restritas e permitidas devem ser permanentes e devem estar visíveis; devem estar também expressas em "braille" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos. O sistema de limpeza, desinfecção e assepsia devem ser igual aos das instalações hospitalares. A utilização de equipamento de proteção individual é indispensável e recomendável para cada caso individualmente.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos das mãos. Os cabelos devem estar amarrados e, ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de ser guardado com outros utensílios. Na entrada e na saída do hospital deve haver uma pia larga, com indicações ou sinalizações de assepsia e desinfecção, que deve estar visível e acessível.

6.4.2. Clínicas Odontológicas

Devem ter o controle de ingresso e egresso de clientes e/ou pacientes e visitantes. As sinalizações das áreas restritas e permitidas devem ser permanentes e visíveis; devem estar também expressas em "braile" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos.

As áreas devem estar bem determinadas e o fluxo de pacientes e visitantes passageiros ou acompanhantes deve ser controlado totalmente pelo sistema de vigilância e recepção. O referido sistema deve constar de uma administração e uma secretaria eficiente, informatizada e atualizada, com treinamento em contenção emocional. As atividades e o controle devem ser monitorados e discutidos continuamente, para melhora da recepção ao paciente que chega desorientado e necessitado de informação, encaminhamento correto, contenção, condução e boa acolhida.

Os sistemas elétricos, hidráulicos, de encanamentos e de instrumentos de esterilização, são especiais. Os processos de limpeza, desinfecção e assepsia devem ser iguais aos das instalações hospitalares. Equipamentos de raios-X só podem ser utilizados mediante instalação de proteção e blindagem adequadas para proteção do paciente e do profissional, segundo recomendações da Vigilância Sanitária. A utilização de equipamentos de proteção individual é indispensável. A sala deve ser planejada para tais fins.

O controle de resíduo de descarte deve ser rigoroso. Todo o material deve ser esterilizado ou incinerado em cada turno para evitar o risco de contaminação e complicação de infecção nosocomial e saída de germes do local.

Na entrada e na saída da clínica deve haver um sistema de assepsia com pia larga e indicação de utilização do processo de assepsia e/ou desinfecção de mãos no ingresso e na saída das instalações.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos da mão. Os cabelos devem estar amarrados e ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de ser guardado com os utensílios particulares limpos.

6.4.3. Clínica Veterinária

Tem fundamentalmente a função de realizar ou proporcionar o diagnóstico, tratamento e a cura dos animais encaminhados por médicos veterinários ou diretamente por seus proprietários. O estabelecimento deve ter o controle de ingresso e egresso de animais e seu endereço completo para posterior eventual necessidade de localização. A depender do porte da clínica, as sinalizações das áreas restritas e permitidas devem ser permanentes e visíveis, devem estar também expressas em "braile" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos.

As áreas devem estar bem determinadas e o fluxo de animais passageiros ou internados e proprietários deve ser controlado totalmente pelo sistema de vigilância e recepção que constará de uma administração e uma secretaria eficientes com treinamento em contenção emocional do proprietário e contenção física do animal. As atividades e o controle devem ser monitorados e discutidos continuamente para melhora do quadro de recepção ao animal.

Os sistemas elétricos, hidráulicos e instrumentos de esterilização são necessários e exigidos. Os processos de limpeza, desinfecção e assepsia devem ser iguais aos das instalações de hospitais para assistência humana. A utilização frequente de equipamentos de raio X deve ser mediante instalação de proteção e blindagem adequada para proteção do animal, do proprietário do animal e do profissional. A utilização de equipamentos de proteção individual é indispensável e recomendada segundo orientação da Vigilância Sanitária.

Os animais que vão a óbito sem contaminação devem ser conduzidos para descarte de resíduos especiais, preparados para sepultamento, pelo órgão responsável pela coleta de resíduos de clínicas de saúde. Os animais que apresentarem infecção, ou perigo de ser fonte de contaminação, devem ser conduzidos como resíduo contaminado, refrigerado até o momento do descarte final e indicação da empresa ou órgão responsável pela coleta especial de saúde com destino final de incineração.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos da mão. Os cabelos devem estar amarrados e ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de ser guardado com os utensílios particulares limpos.

Na entrada e na saída da clínica deve haver indicações e sinalizações de utilização do processo de assepsia e desinfecção numa pia larga que deve estar visível e acessível na entrada e na saída da clínica.

6.5. Laboratórios

Os laboratórios adaptados ou planejados para o diagnóstico, em instalações privadas, individuais ou clínicas, bem como os que funcionam em hospitais privados ou públicos, devem ter o controle de ingresso e egresso de clientes e/ou pacientes e visitantes. As sinalizações das áreas restritas e permitidas devem ser frequentes e devem estar visíveis, devem estar também expressas em "braile" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos.

As áreas devem estar bem determinadas e o fluxo de pacientes e visitantes passageiros ou acompanhantes deve ser controlado totalmente pelo sistema de vigilância e recepção que constará de uma administração e uma secretária eficientes, informatizadas e atualizadas com treinamento em contenção emocional. As atividades e o controle devem ser monitorados e discutidos continuamente para melhora do quadro de recepção ao paciente que chega desorientado e necessitado de informação, correta condução e boa acolhida.

O sistema de atenção direta de pacientes deve prever o estresse e o medo dos pacientes infantis e seus parentes. A recepção de amostras trazidas por pacientes e de recepção de amostras de pacientes trazidas por médicos de outro local deve ser estruturada para informação das condições e exigências de caixas contenedoras à prova de vazamento e ruptura.

Os processos de limpeza, desinfecção e assepsia devem ser iguais aos das instalações de hospitais. A utilização de equipamentos de proteção individual é indispensável e indicada especificamente para cada caso.

O profissional deve ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos da mão. Os cabelos devem estar amarrados e ao ingressar em casa, o profissional deve deixar a vestimenta e acessórios em local separado para limpeza antes de ser guardado com os utensílios particulares limpos.

Na entrada e na saída do laboratório deve haver indicações e sinalizações de utilização do processo de assepsia e desinfecção numa pia larga que deve estar visível e acessível na entrada e na saída do setor.

Os dados de biossegurança de funcionamento internos serão abordados na *Parte III – Laboratórios*, deste Manual.

6.6. Farmácias

6.6.1. Farmácias de Dispensação

As Farmácias de dispensação, segundo recomendações da Vigilância Sanitária, devem levar em consideração o controle do armazenamento dos medicamentos que não devem estar sob o sol ou aquecimento, evitando a incidência sobre eles de iluminação forte direta. A comercialização de pérfuro-cortantes deve ser observada com cuidado. O descarte de material deve ser cuidadoso e a atenção especial ao destino dos medicamentos vencidos ou que sofreram violação em suas embalagens. O descarte do material deve ser estruturado e projetado com antecedência e sob auxílio da Vigilância Sanitária e das instituições de descarte de resíduos tóxicos.

Os profissionais devem seguir as recomendações de utilização de equipamentos de proteção individual e devem ter consciência da necessidade de mudança de roupa na saída do trabalho e da assepsia pelo menos das mãos.

A responsabilidade das farmácias de dispensação deve se estender à avaliação do receituário médico esclarecendo o paciente, por meio da atenção farmacêutica, sobre o uso correto do medicamento, que implica na dose certa, tomada segundo o esquema posológico correto, e no período estipulado. O paciente deve ser também instruído, em linguagem acessível, sobre as possíveis reações adversas de modo que ele mesmo esteja apto a identificar.

6.6.2. Farmácias de Manipulação

As farmácias de manipulação devem seguir as normas do Ministério da Saúde e recomendações da Vigilância Sanitária; levando em consideração o controle do armazenamento das drogas de forma adequada conforme recomendação do fornecedor / fabricante, de que não devem estar sob o sol ou aquecimento e livres de iluminação forte direta. Devem também ser protegidas da umidade. A manipulação deve ser realizada com cuidado e precaução conforme aconselhamento e indicação para a manipulação de drogas tóxicas. Os profissionais devem seguir as recomendações de utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva, incluindo cabinas ou capelas para manipulação de produtos químicos.

Toda Farmácia de Manipulação deve seguir os requisitos de Boas Práticas de Manipulação (BPM), atentando para a prescrição médica, manipulação, conservação e dispensação das formulações, seja ela magistral ou oficial, ou caso haja necessidade: aditivação e fracionamento de produtos já industrializados ou de interesse da saúde.

As farmácias de manipulação devem possuir no mínimo as seguintes áreas:

- ▶ Área de armazenamento;
- ▶ Área de manipulação;
- ▶ Área de dispensação;
- ▶ Área administrativa.

Os produtos manipulados devem ser mantidos até sua dispensação em condições de estocagem que garantam sua integridade.

A Portaria nº 792 de outubro de 1998 do Ministério da Saúde; estabelece as condições gerais para as Boas Práticas de Manipulação. Esta portaria define requisitos gerais para a avaliação farmacêutica, manipulação, conservação, dispensa de formulações magistrais e oficiais, aditivação e fracionamento de produtos industrializados, bem como critérios para aquisição de matérias-primas e materiais de embalagem.

A Farmácia é responsável pela qualidade das formulações magistrais e oficiais que manipula, conserva e transporta.

O descarte do material deve ser estruturado e projetado com antecedência e sob auxílio da Vigilância Sanitária e das instituições de descarte de resíduos tóxicos. Atenção especial deve ser dada às drogas e medicamentos vencidos ou que sofreram violação em suas embalagens.

6.6.3. Farmácias Hospitalares

No contexto de segurança, o Farmacêutico e a Farmácia Hospitalar desempenham atividades importantes que têm como objetivo final evitar erros que coloquem em risco a terapêutica e conseqüentemente a saúde dos pacientes.

O Conselho Federal de Farmácia, na Resolução nº 300 de 30 de janeiro de 1997, em seu artigo 2º define: "A farmácia hospitalar tem como principal função: garantir a qualidade de assistência prestada ao paciente através do uso seguro e racional de medicamentos e correlatos, adequando sua utilização à saúde individual e coletiva, nos planos: assistencial, preventivo, docente e de investigação, devendo, para tanto, contar com farmacêuticos em número suficiente para o bom desempenho da assistência farmacêutica".

A farmácia deve ser portadora de estrutura física e de pessoal capaz de desenvolver uma assistência eficaz, obedecendo aos requisitos mínimos para o seu bom funcionamento e deve registrar os acontecimentos diários, semanais e mensais de forma fiel.

Deve ser garantida a aquisição de produtos farmacêuticos, correlatos e materiais médicos hospitalares com qualidade. Qualificar fornecedores segundo os seguintes critérios: exato atendimento das especificações estabelecidas; os materiais devem ter registro ou serem declarados isentos de registro pelo Ministério da Saúde; possuir certificado de análise dos lotes fornecidos; avaliação do histórico de fornecimento.

As farmácias hospitalares devem seguir as normas do ministério e manipulação de drogas tóxicas; devem ser específicas e cuidadosas, atendendo as recomendações de manipulação com equipamentos de proteção individual e coletiva necessários.

A assepsia, os controles de qualidade e a esterilidade rigorosos na preparação de soluções que serão administradas aos pacientes nas diversas vias, se faz inquestionável e estritamente necessária.

O descarte de material deve ser cuidadoso e atenção especial deve ser dada ao destino dos quimioterápicos, medicamentos vencidos ou que sofreram violação em suas embalagens. O descarte do material deve ser estruturado com antecedência e sob auxílio da Vigilância Sanitária e das instituições de descarte de resíduos.

As farmácias hospitalares devem atender as normas e exigências do Ministério da Saúde e da Vigilância Sanitária e registrar os acontecimentos diários, semanais e mensais de forma fiel.

6.7. Outras Unidades de Saúde

6.7.1. Serviços e Unidades Hemoterápicas

Devem seguir as normas do Ministério da Saúde e recomendações da Vigilância Sanitária, levando em consideração o controle na obtenção do sangue, ao tempo em que lida com o paciente e com o voluntário doador, com a manipulação, acondicionamento e armazenamento dos componentes específicos.

O sangue utilizado para a obtenção de hemoderivados deve ser obtido de doadores sãos, que tenham sido submetidos a rigorosos exames médicos e cuja história clínica tenha sido estudada minuciosamente.

Cada unidade de sangue e derivados deve ser submetida individualmente a controles sorológicos obrigatórios estabelecidos. Cada unidade testada não deve ser reagente aos controles sorológicos realizados.

Todos os procedimentos utilizados na manipulação, fracionamento e acondicionamento dos derivados do sangue devem ser validados regularmente se acordo com as Boas Práticas de Fabricação e Controles vigentes no País.

6.7.2. Atenção e Cuidados de Saúde em Domicílio

O trabalho em domicílio requer um profissional calmo, eficiente, competente; ciente de seu papel de profissional de saúde para uma possível contenção emocional e realização de procedimentos técnicos. A observação das condições sanitárias do domicílio, de assepsia e limpeza do leito ou dormitório do paciente, o tipo de iluminação e presença de sistema de refrigeração adequado para o processo de cura e/ou bem-estar do enfermo / paciente, devem ser analisadas.

A necessidade de assepsia manual no início, ao ingressar na residência, e no término da atividade, é essencial. A utilização de equipamento de proteção individual é indispensável e geral, devendo seguir as recomendações especiais para cada caso individual de trabalho.

A administração de nutrientes, por via parenteral, deve seguir as normas vigentes de assepsia e esterilidade para evitar e controlar infecções nosocomiais.

Deve-se recomendar adequadamente o processo de descarte dos resíduos gerados em bolsa plástica íntegra e bem fechada.

6.7.3. Postos e Centros de Saúde

Descritos como setores de atenção à saúde e aplicação de produtos relacionados como imunoprofiláticos e de urgência como vacinas anti-tetânicas e soroterapia preventiva ao tétano.

Deve-se ter o controle de ingresso e egresso de clientes e/ou pacientes e visitantes. As sinalizações das áreas restritas e permitidas devem ser permanentes e visíveis; devem estar também expressas em "braille" para os deficientes visuais, ou com indicação por monitor para os analfabetos.

As áreas devem estar bem determinadas e o fluxo de pacientes e visitantes passageiros ou acompanhantes deve ser controlado totalmente pelo sistema de vigilância e recepção. O referido sistema deve constar de uma administração e uma secretaria, eficientes, informatizadas e atualizadas, com treinamento em contenção emocional. As atividades e o controle devem ser monitorados e discutidos continuamente, para melhora da recepção ao paciente que chega desorientado e necessitado de informação, encaminhamento correto, contenção, condução e boa acolhida.

O treinamento de pessoal técnico e atualização dos profissionais deve ser uma prioridade da unidade e do setor. As indicações e informações devem seguir as normas do ministério e a manipulação dos produtos e drogas deve ser específica e cuidadosa atendendo às recomendações de manipulação com equipamentos de proteção individual e coletiva necessários.

A assepsia e os controles de qualidade devem ser rigorosos na preparação das soluções que serão administradas aos pacientes nas diversas vias, e se faz inquestionável e estritamente necessária.

O descarte de material deve ser cuidadoso e atenção especial deve ser dada ao destino dos medicamentos vencidos ou que sofreram violação em suas embalagens. O descarte do material deve ser estruturado com antecedência e sob auxílio da Vigilância Sanitária e das instituições de descarte de resíduos.

6.7.4. Setores de Ensino e Treinamento Técnico-Científico-Acadêmico

As áreas devem estar sinalizadas e as atividades devem ser realizadas com o acompanhamento de outra pessoa, nunca devendo estar sozinho o estudante ou técnico no setor durante o momento, período ou turno do procedimento de risco.

Deve haver um manual de procedimento rotineiro e protocolo para situações de risco. Deve-se acionar para treinamento a Comissão de Biossegurança e de Prevenção de Acidente - CIBio e a CIPA.

O mapeamento de risco dos diversos laboratórios que compõem as diversas disciplinas e matérias. Para os laboratórios de análises clínicas que desempenham atividade de ensino e treinamento deve-se instruir os alunos a:

- ▶ Ter cuidados nos treinamentos ao manipular sangue inteiro ou frações do sangue;
- ▶ Utilizar os dispositivos de proteção, individual e coletivo, recomendados;
- ▶ Os blocos de anatomia patológica ao serem processados requerem cuidado com amostras frescas não fixadas;
- ▶ Utilizar dispositivos de proteção individual e coletiva.

6.8. Bibliografia

- ▶ ASSIS MOURA, M.L.P. **Enfermagem em Centro de Material e Esterilização**. 3. ed. São Paulo: Editora SENAC. 1994.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RCD nº 46, de 18 de maio de 2000. Regulamento Técnico para a Produção e Controle de Qualidade de Hemoderivados de Uso Humano**. Brasília. 2000.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 792, de 07 de outubro de 1998. Regulamento Técnico que institui as Boas Práticas de Manipulação – BPM em Farmácias**. Brasília. 1998.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 300 de 30 de janeiro de 1997. Ementa: Regulamenta o exercício profissional em farmácia e unidade hospitalar, clínicas e casas de saúde de natureza pública ou privada**. Brasília. 1997.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. **Processamento de artigos e superfícies em estabelecimentos de saúde**. 2ª. ed. Brasília. 1994, 29 p.
- ▶ OLIVEIRA, A. C.; ALBUQUERQUE, C. P. & ROCHA, L. C. M. **Infecções Hospitalares. Abordagem, Prevenção e Controle**, MEDSI. 1998.

7. Dispositivos de Proteção e Materiais Utilizados na sua Confeção

Songeli Menezes Freire

7.1. Apresentação

Neste capítulo são comentados e descritos brevemente os materiais e testes mais utilizados na confecção ou produção de dispositivos de proteção individual com características internacionais disponíveis no mercado brasileiro. Serão também citadas e comentadas algumas generalidades sobre tópicos relacionados com a importância da proteção da pele, vias respiratórias e mucosas ocular e oral. Alguns itens serão descritos com dados obtidos no *site* das empresas comerciais FITESA (<http://www.fitesa.com.br/FF/default.htm>), BALASKA (<http://www.balaska.com.br/>) e FISHER (<http://www.fisher.co.uk/>) e versarão sobre as características das diversas nomenclaturas de tecido e “não tecido” bem como de outros produtos de proteção atuais já comercializados no Brasil.

Lembramos que alguns itens não são ainda contemplados nas leis brasileiras, mas com o conhecimento técnico da característica do risco e do material de proteção, o profissional responsável pelo setor ou unidade deve sempre buscar a melhor solução em prol da segurança para o trabalhador e cidadão.

O profissional deve pesquisar as exigências para sua área específica e solicitar aos setores responsáveis o edital ou norma que regulamenta a exigência para cada caso de proteção aos riscos de trabalho. O profissional deve também sentir e assumir sua responsabilidade em atender a exigência de minimização de riscos para os indivíduos que trabalham, para os clientes e cidadãos que freqüentam o setor sob sua fiscalização.

7.2. Materiais Utilizados na Confeção de Dispositivos de Proteção Individual nas Áreas Biológicas e Biomédicas

Com o avanço científico e industrial várias são as alternativas para a fabricação dos materiais de confecção dos dispositivos mais recomendados no meio científico e médico-hospitalar como guarda-pó, avental, jaleco, propé, campo cirúrgico, toucas, etc. A confecção destes dispositivos, desde muito tempo vem sendo realizada por tecidos convencionais e hoje encontra-se incrementada pela utilização dos denominados “nãotecidos” que são materiais com tecnologia de não tecelagem que se assemelham a tecidos convencionais por seu aspecto e utilização na confecção de roupas e dispositivos de proteção individual.

São encontrados ainda dispositivos de proteção individual confeccionados com brim, viscose, poliéster, e linho, produzidos com tecidos convencionais de puro algodão ou mistura de algodão com sintéticos que são utilizados de forma indiscriminada para as roupas de trabalho nas áreas das ciências biomédicas.

No processo de escolha ou indicação do material adequado para a confecção de dispositivos de proteção, entretanto, deve-se buscar a não adsorção e não passagem de microrganismos ou partículas agressoras a saúde, para proteção do indivíduo. As características principais que conferem aos dispositivos a capacidade de proteção baseiam-se na gramatura, resistência, capacidade de filtração de ar e de partículas suspensas no ar (partículas aerossolizadas), na capacidade higroscópica, e na carga gerada com o produto trabalhado ou manipulado no ambiente de risco.

Nos últimos anos tem-se divulgado o crescimento do mercado e das indústrias dos “nãotecidos”, empregados cada vez mais na confecção de dispositivos de proteção de trabalhadores que desenvolvem atividades com riscos físicos, químicos e biológicos. No mercado de produtos utilizados na confecção destes dispositivos de segurança e de proteção no âmbito nacional e internacional, citamos as empresas Fitesa e Balaska com grande atividade no Brasil.

Entre os processos de fabricação de “nãotecidos” obtidos por processos de não tecelagem, encontram-se termos da indústria não traduzidos para a língua portuguesa, que utilizam o polipilpropileno tratado e preparado por Spunbound ou Meltblowm, processo por fiação e soldagem ou por liquefação (fundição) e por sopro (injeção de ar), respectivamente.

Os “nãotecidos” de “spunbound” e “meltblown” são fabricados em 100% de polipropileno com diferente metodologia, o que lhe confere diferentes características, descritas a seguir.

▶ **Spunbound**

Sem tradução para a língua portuguesa, refere-se ao processo de confecção e fabricação do “nãotecido”, por fiação e soldagem de filamentos contínuos de polipropileno de aproximadamente 20 micra de diâmetro dispostas em todas as direções o que lhe confere boa resistência mecânica. Devido a esta maior resistência, obtém maior produtividade quando utilizado em aplicações mecanizadas. Está no mercado disponível para a fabricação de várias gramaturas: de 16 a 120 g/m². Com possibilidade de mistura de diferentes materiais, o “nãotecido” obtido pelo processo “spunbound” pode ser produzido com propriedades hidrofílicas ou hidrofóbicas na mesma bobina pela possibilidade de ser tratado por zonas durante o processo de fabricação. Apresenta uma boa resistência a abrasão, pode ser produzido com a característica de repelente a óleo, com agente que minimiza a ação dos raios ultravioletas do Sol ou ainda com aditivação que elimina a eletricidade estática, o que o torna extremamente indicado no caso de trabalhos com microorganismos que se aderem aos tecidos muito carregados.

▶ **Meltblowm**

Sem tradução para a língua portuguesa refere-se ao processo de confecção e fabricação do “nãotecido”, constituído por microfibras de polipropileno de aproximadamente 1 a 2 micra de diâmetro com capacidade de filtração bacteriana de 90%. Apresenta excelente hidrofobicidade. Pode ser fabricado com material repelente ou adsorvedores de óleos. A literatura traz a possibilidade de sua produção com tratamento antiestático ou ainda por fabricação de composto com Spunbonded, formando produto SM (mistura Spunbound-Meltblowm) ou SMS (mistura Spunbound-Meltblowm-Spunbound).

O “meltblown” puro é utilizado na fabricação de máscaras faciais, pois a configuração das microfibras que o compõe faz com que as partículas fiquem retidas em sua estrutura. Este “nãotecido”, como dito anteriormente, pode receber tratamento eletrostático, melhorando sua eficiência de filtração sem redução de permeabilidade ao ar. A gramatura do componente empregado varia de 20 a 30 g/m².

Para filtros de ar em geral pode ser utilizado material SMS, SM, meltblown puro ou spunbonded puro. A escolha entre cada um destes deve se dar em função da eficiência de filtração necessária, assim como das propriedades mecânicas exigidas.

▶ **SMS (Spunbound-Meltblown-Spunbound)**

Sem tradução também para a língua portuguesa é denominado SMS, sendo o “Nãotecido” composto por duas camadas dispostas em sanduíche sendo as externas de polipropileno preparada pelo processo “Spunbonded” e uma camada interna pelo processo “Meltblown”. Associa as características de alta resistência mecânica e abrasão do Spunbonded com a capacidade de filtração do Meltblown.

Excelente eficiência de filtração, inclusive de bactérias. Apresenta excelente hidrofobicidade. Pode ser fabricado com material repelente de óleos. Indicado especialmente para aplicações e utilizações médico-hospitalares.

▶ **Thermobonded**

Sem tradução para a língua portuguesa, o “Nãotecido” preparado por processo termico apresenta fibras orientadas em um sentido, o que lhe confere excelente aparência maciez e textura. É um produto inerentemente hidrofílico e antiestático. Pode ser fabricado com agente que minimiza a ação dos raios ultravioletas do Sol ou com diferentes fibras (Polipropileno, polipropileno mais viscosa, poliéster).

7.2.1. Aplicações dos “Nãotecidos” em Ambiente Biomédico-hospitalar

Conforme explicado anteriormente podem ser utilizados na confecção de roupas e campos cirúrgicos, embalagens para esterilização, roupas de proteção e filtração de ar, toucas, propés, camadas externas de máscaras descartáveis e máscaras.

As roupas de proteção para fins de proteção individual são confeccionadas com “nãotecidos” a partir de tripla lamina em forma de sanduíche de “Spunbound Meltblown Spunbound” ou exclusivamente de spunbonded. Além disso, estes produtos podem ser laminados com filmes plásticos, o que garante uma total impermeabilidade. A correta opção entre qual destes materiais utilizar deve levar em consideração a aplicação a que a roupa será submetida. Uma vez que as características dos componentes utilizados na fabricação variam de acordo com a capacidade de repelência a óleo, repelência a água, capacidade de filtração a bactérias, tratamento que impede a formação de eletricidade estática, total impermeabilidade ao ar e água.

Geralmente comercializável nas cores verde claro, azul claro e branco, com gramatura total na faixa de 16 a 70 g/m², ou conforme a necessidade do cliente. Os produtos disponíveis na Fitesa com os nomes de **novotex block** e **novotex wrap** com 40 a 70 gramas por metro quadrado no processo de tripla lamina de Spunbound Meltblown Spunbound (SMS) são utilizados na confecção de aventais cirúrgicos, campos cirúrgicos e embalagens para esterilização. Para ambos, as cores comerciais são verde e azul, ambos em tom hospitalar. O **novotex** composto por “nãotecido” spundond com gramatura variando de 16 a 40 gramas por metro quadrado preparado no processo com spunbound é essencialmente utilizado para a confecção de toucas, propés, camadas externas de máscaras descartáveis. Embora possa ser apresentado na forma permeável ou impermeável a água é fornecido em diversas cores, entre elas: branco, preto, azul marinho, verde, verde musgo, marrom, bege, vermelho, rosa, lilás, cinza etc. para

aplicações nas atividades e artigos de filtração de líquidos, agricultura, móveis e estofados, colchões e travesseiros, calçados e malas, sacolas e embalagens, entretelas para bordado, bases para laminados e acoplados e artigos para decoração

Entre as outras novidades de componentes de confecção utilizadas atualmente e descritas no site da Fitesa estão o **novotex sorb** e o **campo laminado**. O “nãotecido” **NOVOTEX SORB**, fabricado pelo processo **meltblown** com gramaturas usuais de 100 a 200 g/m², é constituído de microfibras de polipropileno, recomendado para contenção, controle e adsorção de vazamentos e derramamentos de fluidos não aquosos em geral nos pisos, máquinas, rios, lagos, mares e refinarias. Age imediatamente, diminuindo os riscos de contaminação ao meio ambiente. Disponível na forma de bóias de adsorção, almofadas, salsichas, toalhas/tapetes, rolos e fibras adsorventes. O **campo laminado** constitui-se de um nãotecido **Thermobonded** laminado. Este produto destina-se ao mercado de Descartáveis médicos. O produto possui características de impermeabilidade total devido à lâmina plástica, e também capacidade de absorção devido ao Thermobonded.

Os produtos são “novotex filter”, “novotex block”, “novotex SM”, “novotex” com gramatura variável entre 20 a 30, 40 a 70, 30 a 70 e 30 a 120 gramas por metro quadrado utilizando “nãotecido” para máscaras faciais tipo Meltblown e para filtros de ar, SMS, SM e spunbound, respectivamente.

Segundo informações da Fitesa (<http://www.fitesa.com.br/NT/aplicacoes/mascaras.htm>) “todos os produtos acima são fornecidos em forma de bobina, com diâmetros, largura e metragem linear ajustados às necessidades do cliente” ou ainda podem ser confeccionadas e comercializadas por diversas empresas brasileiras como a DESCARPAC, BARTEC, ACRON entre outras.

Outros produtos e sistemas que variam de simples a mais sofisticados tem sido descritos na confecção de máscaras que são as alternativas das máscaras rígidas fabricadas pela 3M e Du Pont distribuídas e comercializadas por várias empresas no Brasil. O enfoque das empresas sobre os produtos e sua indicação variam segundo a classificação da necessidade de utilização com base nos riscos biológicos e químicos (descritos no item: Classificação de risco químico e risco biológico do Cap.: *Biossegurança no Laboratório de pesquisa e de diagnóstico deste manual*).

Além do Teste de Permeabilidade, os produtos de confecção de roupas e materiais de proteção europeus devem passar por outros testes de Cabina, onde são avaliados a resistência às atividades físicas do trabalhador.

As perguntas mais freqüentemente formuladas e respondidas para esclarecimento de conceitos e dados informativos disponível nos *sites* referentes a biossegurança e cuidados ocupacionais, com algumas complementações, encontram-se dispostas abaixo:

- ▶ Para que serve uma roupa de proteção química?

A roupa de proteção química evita que o funcionário adquira doenças ocupacionais relacionadas com a pele. A doença ocupacional relacionada com a pele pode ser adquirida na exposição do trabalhador a agentes químicos, físicos, biológicos ou radioativos em quantidades acima das permitidas por lei ou em concentrações e/ou tempo de exposição inadequados para a saúde.

- ▶ O que é Doença Ocupacional?

Doença ocupacional é a alteração na saúde do trabalhador, provocada por fatores ambientais associados ao trabalho. Como por exemplo, podemos citar incidência de câncer de traquéia em trabalhadores de minas e refinações de níquel.

- ▶ Qual a diferença entre Doença Ocupacional e Acidente de Trabalho?

Doença ocupacional é a alteração na saúde do trabalhador causada por exposição excessiva a agentes químicos danosos em curto, médio e longo prazo. Em geral, as doenças ocupacionais levam algum tempo para se manifestarem e, quando isto ocorre, aparecem sob a forma de tumores malignos (câncer) ou lesões em órgãos, entre outros. Já **acidente de trabalho** pode ser definido como qualquer acidente de ação imediata, provocados por situações adversas. Englobam acidentes de trabalho, queimaduras, quedas, cortes e amputações de membros, contaminação com agentes biológicos, entre outros.

- ▶ Quais as implicações legais para o empregador e técnicos responsáveis pela segurança nas empresas quanto às Doenças Ocupacionais?

Todo o empregador é obrigado a oferecer proteção adequada ao trabalhador no seu ambiente de trabalho. Para executar essa tarefa, a legislação exige que cada empresa tenha uma equipe técnica responsável por decidir e implantar processos de segurança (engenharia, equipamentos e treinamentos de segurança) para os funcionários. Caso algum funcionário, comprovadamente, adquira uma doença ocupacional por falta de uso de equipamentos para sua proteção, a empresa - na figura de seu proprietário ou representante legal - assim como toda a equipe técnica, podem ser responsabilizados e sofrerem processo criminal pela lesão causada ao funcionário. Além disso, o funcionário pode solicitar indenização pelo dano causado. O trabalhador deve estar apto e treinado para desempenhar o seu trabalho e deve ser informado pela equipe dos riscos, severidade e as primeiras atitudes em caso de que os mesmos ocorram.

- ▶ Porque se deve proteger a pele? Quais são as suas funções ?

A pele é um órgão extenso, sabe-se que é o maior órgão do corpo humano e atua em funções específicas extremamente importantes para a vida, como:

- barreira de proteção contra agentes externos agressores;
- sistema de termorregulação;
- sistema de sensibilidade física (tato, calor, pressão, dor);
- secreção de lipídios protetores, leite;
- síntese de vitaminas;
- sistema de sustentação para outros órgãos;
- sistema indicativo complementar diagnóstico.

7.3. Dermatite de Contato por Irritação

A epiderme num primeiro contato com um agente irritante pode perder sua pequena camada de gordura, portanto sua barreira proteção inicial. Se o contato com o agente irritante for contínuo, (ou seja, ocorrer uma rotina de trabalho com o agente irritante), a camada córnea da epiderme será removida, permitindo que a derme fique exposta. Quando isso ocorre, o membro atingido pode passar a apresentar sangramento, infecções e lesões mais severas e em alguns casos, o trabalhador perde a capacidade de utilização do membro. Além disso, qualquer substância química terá acesso facilitado para a corrente sanguínea. Esse processo pode levar dias, semanas ou meses, dependendo do agente químico e da suscetibilidade do trabalhador.

7.3.1. Dermatite ou Eczema de Contato Alérgico

As alergias da pele, dentro ou fora do ambiente de trabalho, são muito freqüentes. No entanto, as dermatites alérgicas por contato com agentes químicos são tão ou mais freqüentes que as demais alergias. Não é raro encontrar funcionários que desenvolvem trabalhos com agentes químicos em ambientes controlados queixando-se de problemas de pele. Isso ocorre devido à sua suscetibilidade em relação ao agente químico (geralmente em baixas concentrações) ao qual ele está exposto. Em relação aos danos à pele, as conseqüências da dermatite de contato alérgica são as mesmas das dermatites causadas por agentes irritantes, exceto pelo seu período de manifestação. Em algumas situações, a dermatite de contato alérgica pode se manifestar a partir de cinco dias ou até vários anos de exposição à substância química. É importante entender que o funcionário pode passar anos trabalhando com um certo agente químico e desenvolver um processo alérgico bastante severo de forma repentina

Várias são as reações possíveis de serem demonstradas no cotidiano de trabalhadores expostos. O Vitiligo ocupacional causado pelo monobentil éter de hidroquinona (MBEH), tem sido descrita e mostrada em bibliografias da área como o "Atlas de Doenças Ocupacionais" de Dr. Salim Amed Ali. Também a dermatite alérgica de contato (DAC) em pedreiros polissensibilizados com cromato, aceleradores da borracha e tópicos (sulfa, furacin e prometazina) ou por óleo de corte solúvel como quando foi mostrado que um trabalhador em torno revólver ao sofrer arranhões por farpas metálicas que teve como resultado lesões lineares, vesiculosas e pruriginosas. Testes cutâneos positivos com óleo solúvel puro e diluído a 50% em óleo de oliva facilitaram o diagnóstico. O contato freqüente com massa de cimento tem causado alergia severa, comprometendo os membros superiores e inferiores de trabalhadores. A sarna severa dos niqueladores que atinge abdome e antebraços dos trabalhadores. As indústrias de extração de sal frequentemente apresentam profissionais técnicos com pitiríase versicolor com comprometimento do tronco e dos membros superiores com um quadro pruriginoso, o que é incomum nas dermatoses comuns. Finalmente a dermatite de contato pela fibra de vidro (DCFV) traz lesões de aspecto purpúrico no tronco e flanco dos trabalhadores expostos.

7.3.2. Como os Produtos Químicos Podem Atingir a Corrente Sangüínea e os Órgãos Através da Pele?

A pele, quando danificada, facilita a penetração de agentes químicos na corrente sangüínea. Dessa forma, esses agentes podem atingir os órgãos do corpo, ocasionando lesões ou doenças.

Agentes químicos podem ocasionar doenças ou lesões

Substâncias como solventes orgânicos, óxido de etileno e chumbo, entre outros, podem provocar várias doenças no funcionário, com sérias conseqüências, entre elas invalidez permanente ou até mesmo a morte. As substâncias químicas atingem os órgãos pelos quais elas têm mais afinidade, podendo ser desde o sistema nervoso até o sistema hepático e renal.

7.3.3. Como Identificar os Riscos Ocupacionais Relacionados com Doenças de Pele?

Os agentes que podem agredir a pele são os seguintes:

- ▶ Químico (ácidos, metais, solventes, etc.);
- ▶ Físicos (calor, frio, umidade);
- ▶ Biológicos (bactérias, fungos, vírus);
- ▶ Radioativos* (urânio, cobalto, etc.) *mais específico embora esteja relacionado com as leis da física e química propriamente dita, tem sido classificado separadamente.

Agentes químicos

Praticamente 80% das doenças ocupacionais de pele (dermatoses) são provocadas por agentes químicos (substâncias orgânicas, inorgânicas, irritantes e sensibilizantes).

7.4. Roupas de Proteção - Quando e Como Selecionar?

As roupas de proteção devem ser utilizadas em todas as atividades que lidem com agentes danosos e que possam vir a provocar doenças ocupacionais. Para tanto, deve ser avaliados qual o tipo do agente, o seu risco, no caso mais discutido o agente químico utilizado deve ser avaliado, bem como o grau de contato do funcionário com tal agente (tipo de contato, tempo de exposição, etc.) a quantidade e o estado físico que esse produto estará presente, assim também os efeitos adversos provocados por ele em contato com seres humanos. A indicação de que se realiza a confecção de um mapa de risco ocupacional e que todos os funcionários conheçam os riscos e procedimentos em caso de acidente tem sido geral e irrestrita em todas as áreas que desenvolvem os diversos vínculos profissionais e educacionais.

A partir da determinação da necessidade de uso de roupa de proteção, a sua seleção deve seguir alguns critérios:

- ▶ Qual o trabalho que o funcionário está executando? (por exemplo: transporte de agentes químicos, carregamento de tanques, envasamento de vasilhames, carregamento de máquina, etc.);
- ▶ Quanto tempo o funcionário fica exposto a essa atividade?
- ▶ Qual a quantidade de produto químico a que está exposto? (por exemplo: apenas uma névoa, trabalho em condições úmidas, apenas por acidente ele entrará em contato com o agente químico, etc.).

Respondidas essas questões, o profissional da área de segurança deverá selecionar a roupa de proteção ideal para cada atividade baseando-se, sobretudo, em 2 critérios: a resistência química (permeação) do material de proteção e sua resistência física em situações de esforço. Paralelamente a isso, o profissional deverá avaliar o máximo de conforto possível ao funcionário frente à sua necessidade de proteção.

Quais as regulamentações e as normas internacionais exigidas para as roupas de proteção?

Vários órgãos americanos e europeus estão envolvidos na elaboração de diretrizes para o uso seguro e correto de roupas de proteção química. Entre eles podemos citar o OSHA (Occupational Safety and Health Administration) e o EPA (Environment Protection Association).

Esses e outros órgãos governamentais estabeleceram alguns testes de eficiência capazes de trazer segurança ao usuário quanto ao uso de roupas de proteção química. Entre os principais testes podemos citar o Teste de Permeação e o Teste de Pressão.

O Teste de Permeação ou método ASTM F739-91 ("Método de Teste de Resistência e Permeação por Líquidos ou Gases em Condições de Contato Contínuo com Materiais para Roupas de Proteção") determina a resistência de um material em termos de barreira para agentes químicos.

Consideram de uso seguro uma roupa cujo material tenha sido capaz de manter sua barreira por 8 horas (os testes são realizados em até 8 horas de exposição).

Outro teste muito utilizado é o Teste de Pressão, específico para materiais de roupas de proteção contra gases. Esse teste consiste em inflar a roupa de proteção, a fim de se verificar a existência de quaisquer tipos de vazamentos de ar, decorrentes de problemas nas costuras e vedação

Como se adquire o Certificado de Aprovação para roupas de proteção?

Assim como os outros equipamentos de proteção individual, a roupa de proteção química, no Brasil, também necessita do Certificado de Aprovação (CA) do Ministério do Trabalho, para ser comercializada. Para se obter atualmente o CA, o fabricante deve redigir um termo de responsabilidade, no qual estabelece garantias em relação ao equipamento de proteção a ser comercializado. Isso significa que o fabricante não é obrigado, por força de lei, a submeter seu produto a testes reconhecidos internacionalmente. Por isso, cabe ao consumidor certificar-se de que o produto que está sendo comprado realmente é capaz de suprir suas necessidades de segurança.

Roupas de proteção sem manutenção são reutilizáveis? Qual a diferença e quando utilizá-las?

Nos países europeus e nos Estados Unidos, 90% das roupas de proteção não possuem manutenção, ou seja, são descartadas logo após o uso. Uma vez contaminada com um agente químico, a roupa de proteção não descartável deve sofrer um processo de descontaminação. A primeira ação é enxaguar a roupa ainda vestida com o máximo possível de água corrente, tomando-se sempre o cuidado de tratar a água contaminada. Feito isso, deve ocorrer o que se chama neutralização do agente químico, isto é, um outro agente químico é usado para neutralizar as ações do primeiro. Essa ação deve ser realizada para que não haja efeito cumulativo do agente químico no tecido da roupa. Uma vez feita a neutralização, a roupa deve ser submetida a lavagem e a testes laboratoriais, que indicarão se ainda existem resíduos no material descontaminado e lavado.

Analisando o processo acima, verificou-se que a manutenção de uma roupa de proteção exige muitos cuidados e detalhes minuciosos, que passam a inviabilizar financeiramente o processo, tendo em vista um grande número de etapas e elementos envolvidos. Por isso, optou-se pela utilização de roupas de proteção química que são descartadas uma vez contaminadas.

Não buscamos dados estatísticos e legais no Brasil uma vez que os estabelecimentos apresentam seu processo que normalmente é avaliado e aprovado nas instâncias governamentais. Salientamos que sempre deverá caber ao técnico e a comissão de responsáveis pela prevenção de acidentes de trabalho e ambientais os estudos e avaliações quando se confecciona a normalização interna desde que seja competente e de comprovada segurança e bem estar ao profissional.

Como estimular o funcionário a utilizar roupas de proteção?

Deve-se ter o costume de informar os riscos aos profissionais direta e indiretamente envolvidos nos setores de um estabelecimento. Conforme tem sido divulgado no site infelizmente, ainda são pouco divulgados os perigos aos quais os funcionários que lidam com agentes químicos estão expostos. Discute-se que em muitos locais de trabalho não é possível, em um primeiro momento, visualizar os riscos aos quais os funcionários estão expostos. No entanto, uma vez diagnosticado, é de suma importância envolver o trabalhador no processo de sua proteção. Solicitamos aos responsáveis que verifiquem e desenvolvam a atividade proposta atualmente referente ao mapa de risco e aos procedimentos operacionais padrões setoriais que devem ser elaborados por técnicos que conhecem e trabalham no setor. Os formulários devem ser avaliados e aprovados por uma comissão e pelo chefe/coordenador do setor e posteriormente divulgados amplamente nos setores.

O que se recomenda desde há muito tempo é que primeiramente o profissional deve ser comunicado, de forma clara, que o material com o qual ele está trabalhando pode prejudicar sua saúde e que isso implica na sua capacidade de trabalhar e de sustentar sua família.

Em um segundo passo, recomenda-se envolver o funcionário na escolha do equipamento de segurança, tornando-o comprometido com seu uso. Deve-se sempre lembrar que sua opinião é um dos passos mais importantes para a utilização segura e correta de uma roupa de proteção química.

Nunca se deve esconder do funcionário o risco ao qual ele está sujeito. Assim ele se torna um colaborador responsável, consciente participativo.

7.5. Novidades da Área de Proteção Encontradas na Internet

A seguir comentaremos alguns detalhes sobre as características que devem ser buscadas antes da adoção de um determinado tipo de material para a proteção contra riscos e acidentes de trabalho e ocupacionais.

A Du Pont desenvolveu um nãotecido denominado de Tyvek® descrito como uma qualidade da empresa a serviço da proteção. Tyvek® é composto 100% por fibras de polietileno de alta densidade. Tyvek® garante proteção incomparável à pele contra agentes químicos, minimizando, assim, a ocorrência de doenças ocupacionais.

- ▶ barreira eficiente;
- ▶ 100% polietileno sem aditivos;
- ▶ muito mais conforto;
- ▶ resistência à umidade;
- ▶ leveza incrível;
- ▶ de fácil descarte;
- ▶ baixíssima liberação de fiapos;

Conforme divulgado, os estudos de resistência descritos e realizados, com a Tyvek® para produtos químicos o indicam como inerte à maioria dos ácidos, bases e sais são divulgados abaixo e a seguir:

- ▶ **Respirabilidade** - Tyvek® tem boa permeabilidade ao ar quando comparado com a maioria dos materiais considerados barreiras. A transmissão da umidade em forma de vapor é muito maior do que a que ocorre nos filmes plásticos;
- ▶ **Resistência à deformação** - A resistência e a flexibilidade de Tyvek® mantêm-se em temperatura de até 73°C. Tyvek® inicia processo de encolhimento a, aproximadamente, 118°C e derrete a 135°C, sendo auto-extinguível;
- ▶ **Baixa emissão de fiapos** - Composto essencialmente de fibras contínuas, Tyvek® não solta fiapos em condições normais de uso;
- ▶ **Máxima resistência à umidade** - As propriedades físicas de Tyvek® não são afetadas pela água. Tyvek® é igualmente resistente seco ou molhado em condições normais de uso e à temperatura ambiente;
- ▶ **Pouco peso** - Tyvek® tem densidade correspondente à metade da densidade de um papel de espessura equivalente;
- ▶ **Resistência à decomposição e ao bolor** - Tyvek® resiste à decomposição. E, por ser um nãotecido, não promove a formação de bolor, quando limpo;
- ▶ **Sujeiras** - Tyvek® tem alta resistência às sujeiras transportadas por água e baixa absorção de óleos e gorduras. Em alguns casos, pode ser lavado ou limpo a seco;
- ▶ **Estática** - Todos os tipos de Tyvek® recebem tratamento com agentes antiestáticos;
- ▶ **Resistência aos raios UV** - As propriedades físicas de Tyvek® podem proporcionar uma vida útil à roupa ao ar livre de, no mínimo, 1 a 3 meses, em muitas aplicações;
- ▶ **Toxicidade** - Tyvek® foi experimentado em termos de toxicidade através de testes de contato com a pele de animais e seres humanos, sem causar reações alérgicas. Tyvek® não é radioativo, é estável em todos os ambientes de uso recomendado e não requer quaisquer procedimentos especiais em derramamentos.

Classificados de acordo com as normas americanas (Testes de Permeabilidade e Pressão - ASTM) e européias (Teste de Cabina - European Standards for Chemical Protective Clothing), as roupas de proteção Tyvek® atuam em todos os níveis de proteção contra

partículas sólidas, líquidos e gases que podem ser observados no **Quadro 7.1**, apresentado a seguir.

Quadro 7.1 - Classificação de Risco

RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO	RISCO CLASSIFICADO NOS EUA	RISCO CLASSIFICADO NA EUROPA
Vestimentas totalmente encapsuladas, destinadas à proteção contra gases	Nível A	Tipo 1
Vestimentas encapsuladas ou não encapsuladas, destinadas à proteção contra líquidos (alto contato)	Nível B	Tipos 2 e 3
Proteção contra partículas sólidas e respingos de químicos líquidos	Nível C	Tipos 4 e 5
Proteção parcial contra partículas sólidas ou respingos parciais de químicos líquidos	Nível D	Tipo 6

Tyvek® 1422A é uma excelente barreira contra a penetração de partículas secas e úmidas em suspensão e microorganismos maiores que 0,5 micron.

À medida que ocorre aumento da exigência de proteção, em função do manuseio e contato com agentes químicos mais fortes, na forma líquida ou gasosa, a linha Tychem® QC, SL, BR e 10000 - passa a ser a mais indicada. A linha Tychem® proporciona proteção e segurança adequadas e gradativas, de acordo com o nível de periculosidade do agente em relação à pele.

A Tyvek® oferece uma linha completa de produtos, que atendem desde o nível D até o nível A de proteção. A família de produtos Tyvek® apresenta vários modelos e tamanhos, desenvolvidos para suprir todas as suas necessidades. Os produtos Tyvek® se adaptam a qualquer atividade que tenha contato direto ou potencial com agentes químicos. A Tyvek® é também utilizado em roupas de proteção com certificação de qualidade em testes de resistência química e física.

A DuPont é uma empresa que tem realizado estudos e pesquisas para favorecer o desenvolvimento e comercialização de roupas de proteção química de roupa.

Na complementação de dispositivos de proteção individual descrevemos as máscaras de padrão internacional e suas características divulgadas pela 3M que disponibilizada os produtos no mercado internacional e brasileiro.

7.6. Máscaras e Respiradores - Por que Proteger as Mucosas e as Vias Aéreas Superiores?

Existem diversos processos patológicos relacionados com as vias respiratórias por serem consideradas como porta de entrada para microorganismos patogênicos.

Em muitos processos patológicos do mundo ocidental a doença obstrutiva crônica das vias aéreas ocorre com extrema frequência e a sua principal característica é a dificuldade do ar entrar e sair da árvore respiratória. Há três processos principais que sozinhos ou associados causam esta doença obstrutiva: a asma, a bronquite crônica e o enfisema. A bronquite pode ter entre outras coisas a inalação frequente de produtos tóxicos.

Os dispositivos de proteção respiratória são registrados e certificados nos Estados Unidos segundo exigências das normas e leis do Departamento do trabalho desde 1995 e que sempre é atualizada pelo Instituto Nacional de segurança e saúde ocupacional (NIOSH, "National Institute for Occupational Safety and Health"). O NIOSH tem autoridade exclusiva para testar e certificar os respiradores recomendados e exigidos por lei com exceção de certos dispositivos de emergência que continuam sendo certificado por ambas NIOSH e administração de segurança e saúde do Trabalho, a MSHA (Mine Safety and Health Administration) sendo baseados inicialmente nos critérios recomendados pelos Centros de Controle de Doenças (CDC, "Centers of Disease Control") para proteção contra o *Mycobacterium tuberculosis*, agente etiológico da tuberculose.

O CDC publicou o Guia de Prevenção da transmissão do *Mycobacterium tuberculosis* em cuidados da saúde em 1994, no registro federal (59 FR 54242) e nos registros MMWR (Volume 43, No. RR-13) de 28 de outubro de 1994.

Todas as nove classes de purificadores de ar, purificadores de partículas novos que obedecem as recomendações contidas no guia do CDC, devem ser mais econômicos que os respiradores com filtros HEPA. Exceto para os filtros de partículas padrão, a maioria das regulamentações estão incorporadas no novo Comunicado do registro federal sem qualquer modificação, o que melhorará a eficiência dos filtros na remoção de partículas tóxicas do ar do ambiente.

Seguindo os testes a NIOSH certifica três classes de filtros denominados de serie N, R e P com três níveis de eficiência de filtração 95%, 99% e 99, 97% em cada classe. Todos os testes empregam partículas de aerossol de 0,3 micron em média de diametro de massa. Os filtros N serão testados com aerossol de cloreto de sódio (NaCl) e os R e P serão testados com aerossol de dioctilftalato (DOP).

Deverão estar como designação o filtro N100 quando a eficiência mínima do filtro for de 99,97% testado pelo agente NaCl com preenchimento de 200 mg no filtro. Os filtros com designação de R100 terão eficiência mínima de 99,97% com agente DOP e preenchimento máximo de 200 mg no filtro. A designação dos filtros P 100 será igual que os do R 100 entretanto com uma capacidade de degradação máxima no filtro. As designações de cada série para 99 e 95 referem-se a 99 % e 95% de eficiência mínima de filtração. Os filtros da série P não terão limitação de uso de aerossol ou de tempo de uso. Para qualquer filtro o tempo de serviço será limitado por considerações de higiene ou resistência a respiração aumentada devido ao preenchimento do filtro, conforme está descrito do **Quadro 7.2.** abaixo retirada da página do NIOSH: (<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>).

Quadro 7.2 - Filtros

DESIGNAÇÃO DO FILTRO	EFICIÊNCIA MÍNIMA	AGENTE DE TESTE	PREENCHIMENTO MÁXIMO NO TESTE
N100	99.97%	NaCl	200 mg de preenchimento do filtro
N99	99%	NaCl	200 mg de preenchimento do filtro
N95	95%	NaCl	200 mg de preenchimento do filtro
R100	99.97%	DOP	200 mg de preenchimento do filtro
R99	99%	DOP	200 mg de preenchimento do filtro
R95	95%	DOP	200 mg de preenchimento do filtro
P100	99.97%	DOP	Degradação máxima no filtro
P99	99%	DOP	Degradação máxima no filtro
P95	95%	DOP	Degradação máxima no filtro

Os contatos para informações oficiais dos Estados Unidos sobre filtros respiradores:

A cópia das normas finais pode ser adquirida na página da NIOSH (<http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>) ou ainda para o Setor de Impressão do Governo nos telefones telephone : (202) 512-1387 and (202) 219-4784, (304) 285-5907. Endereço: 1095 Willowdale Road, Morgantown, West Virginia 26505-2888.

No site divulgado com dados dos produtos da DuPont, alguns respiradores podem somente ser usados em ambientes contendo concentrações de oxigênio acima de 19,5% e em concentrações de contaminantes inferiores aos valores IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde). Deve ser respeitado obrigatoriamente o fator de proteção atribuída de cada peça ou dispositivo comercializado e adquirido para fins de proteção em áreas de trabalho técnico especializado. Há descrições detalhadas informadas pelo setor de controle de produção.

Existem respiradores semifaciais filtrantes (PFF) recomendados para diversas classes de risco, de névoas tóxicas, poeiras ou fumos

Alguns exemplos são comercializados com as seguintes recomendações:

- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras e névoas tóxicas classe PFF1;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras, fumos e névoas classe PFF2. Possui válvula de exalação para maior conforto;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras e névoas tóxicas classe PFF1. Possui válvula de exalação para maior conforto;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras, fumos e névoas classe PFF2;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras e névoas classe PFF1 e vapores orgânicos em concentração até o limite de tolerância;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras e névoas classe PFF1 e vapores orgânicos em concentração até o limite de tolerância. Possui válvula de exalação para maior conforto;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras e névoas classe PFF1 e gás fluoreto de hidrogênio até o limite de tolerância;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante para poeiras, névoas e fumos classe PFF2 e gases ácidos tais como cloro, fluoreto de hidrogênio e dióxido de enxofre até o limite de tolerância;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras, fumos e névoas classe PFF2. Possui válvula de exalação para maior conforto. Mais resistente e durável;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante para poeiras, fumos e névoas classe PFF2, vapores orgânicos em baixa concentração e ozônio até o limite de tolerância. Possui válvula de exalação para maior conforto;
- ▶ Respirador peça semifacial filtrante recomendado para poeiras, fumos, névoas e radionuclídeos classe PFF3. Possui válvula de exalação para maior conforto.

Quadro 7.3 - Materiais de confecção de EPI roupa de proteção da marca DUPONT

NÍVEL	TYVEK® 1422A	TYCHEM® QC	TYCHEM® SL	TYCHEM® BR	TYCHE
Nível A ou Tipo 1 vestimentas totalmente encapsuladas, destinadas à proteção contra gases. Para estes trajes, é importante o certificado ASTM F1052 e teste de permeabilidade ASTM F39-91				Sistema de ar independente e puro	Sistema de ar independente e puro
Nível B ou Tipos 2 e 3 vestimentas encapsuladas ou não encapsuladas, destinadas à proteção contra líquidos (alto contato).		Roupa proteção inteira tipo macacão	Sistema de ar independente e puro	Sistema de ar independente e puro	Sistema de ar independente e puro
Nível C ou Tipos 4 e 5 proteção contra partículas sólidas e respingos de químicos líquidos.	Roupa proteção inteira tipo macacão	Roupa proteção inteira tipo macacão	Roupa proteção inteira tipo macacão		
Nível D ou Tipo 6 Proteção parcial contra partículas sólidas ou respingos parciais de químicos líquidos	Roupa proteção inteira tipo macacão	Roupa proteção inteira tipo macacão			

A DuPont descreve no site como se deve usar o Guia de Permeação e como são realizados os testes de permeação

Os nomes dos produtos químicos estão em ordem alfabética. Procure o nome do produto químico e você encontrará relacionados para cada produto químico os testes efetuados com os cinco tipos diferentes de Tyvek® / Tychem®. Para usar o tipo correto de Tyvek®/Tychem® de acordo com os diferentes fatores de risco, é importante conhecer as principais características dos produtos: Tyvek® sem revestimento possui inigualáveis propriedades de barreira contra penetração de sólidos em suspensão, incluindo amiantos e contaminantes radioativos. Embora o Tyvek® sem revestimento proporcione proteção contra respingos de produtos químicos não é aconselhável usá-lo contra produtos químicos em forma líquida ou de gás, já que poderá ocorrer permeação dentro de um curto período de tempo após a exposição contínua. Tyvek® QC (revestido com polietileno), Tychem® SL e Tychem® 9400 oferecem excelente proteção contra produtos químicos perigosos.

As roupas de Tyvek®, Tyvek®QC, Tychem® SL e Tychem® 9400 **NÃO SÃO** resistentes à chama e não devem ser utilizadas perto de calor, faíscas ou ambientes onde exista alto risco de explosões.

Os testes de permeação - o tempo que leva o agente químico para passar para o outro lado é a taxa de permeabilidade do material.

Os testes de permeação são efetuados de acordo com a norma de teste ASTM F739-91 "Método de teste para Resistência dos Tecidos para Roupas de Proteção e Permeação por Líquidos e Gases". O teste consiste em expor um "nãotecido" a um produto químico numa célula com a face externa do nãotecido exposta ao produto químico; o tempo de penetração para a face interna é monitorizado através de amostragem do lado exposto da célula. Todos os testes são efetuados com produtos químicos puros a temperaturas e pressões "standard", a menos que esteja especificamente indicado no Guia de produção. O Equipamento possui duas câmaras, uma de entrada e outra de leitura. O material testado é colocado entre as duas câmaras. Uma pressão é exercida na primeira câmara.

ABAFADORES E PROTETORES DE OUVIDO – que tipo de proteção?

A intensidade e constância do ruído gerado em atividades profissionais devem ser minimizadas com o propósito de diminuir o risco de perda ou acentuação de problemas de audição.

Para os trabalhos e atividades desenvolvidas em áreas de intensidade de som prejudiciais recomenda-se a utilização abafadores ou protetores de ouvidos que odem diminuir dezenas de decibéis (db) e depende do tipo de trabalho realizado que gere intensidades diferentes de ruídos. Em alguns casos o plugue auricular resolve o problema de exposição e conseqüente prejuízo da audição.

PROTEÇÃO OCULAR -quando se recomenda?

A proteção ocular é recomendada para trabalhos desenvolvidos que liberam faíscas, fontes luminosas intensas e radiações.

A proteção ocular formada por peça inteira que se adapta ao topo da cabeça ou parcial, tipo óculos, deve ser verificada quanto a sua adequação e indicação para produtos perigosos dispersos em nuvens, fumos, aerossóis ou lâmpadas que lesam o olho e suas estruturas. A depender da exposição química, física ou biológica, a indicação do protetor adequado deve ser atendida. Há muito existem lentes de protetores que são descritas como seletoras de impedimento para a luz ultra-violeta e são indicadas por exemplo para os que trabalham com transiluminadores ou setores com lâmpadas germicidas ultra-violeta.

LUVAS – quais os problemas mais comuns de exposição em que se recomenda seu uso?

Em trabalhos realizados com envolvimento de riscos químicos, físicos e biológicos recomenda-se o uso da luva como forma de isolamento e proteção do trabalhador.

As luvas de procedimentos, cirúrgico ou outros não estéreis, têm sido recomendadas para atividades de risco biológico, com características de impermeabilidade ao ar e pequena resistência a agentes químicos e físicos. As luvas da indústria nacional tipo Mucambo, por exemplo, que são apresentadas no mercado dos mais diversos tipos, todos baseadas em trabalho que requerem grandes resistências e pressões, caracterizam seu desempenho mecânico, resistência a microrganismo e agentes químicos que fornecem a base para sua recomendação para diversos usos a depender do risco.

Os testes diversos descritos, e geralmente recomendados, referem-se aos testes de resistência de diversos níveis de desempenho, como o de resistência a perfuração de 1 a 4; de rasgos de 1 a 4; de cortes de 1 a 5 e de abrasão de 1 a 4 (para trabalhos mecânicos). Testes de impermeabilidade e teste de permeação para os riscos químicos e o teste de impermeabilidade ao ar para os de risco biológico.

Exemplo:

- ▶ luva nitrilica com suporte têxtil - **Riscos Mecânicos**
- ▶ luvas de procedimento de látex natural ou nitrilicas (que podem variar em clorinadas e não clorinadas) **Riscos Químicos (Teste de impermeabilidade / Teste de permeação). Risco biológico com Microorganismos (Teste de impermeabilidade ao ar)**
- ▶ luvas nitrilicas / luva em látex natural forradas / luva em látex natural sem forro / duo mix (neoprene e látex natural) / - **Riscos Mecânicos**

7.7. Referências - Internet

- ▶ <http://www.balaska.com.br/>
- ▶ <http://www.fitesa.com.br/FF/default.htm>
- ▶ <http://www.fisher.co.uk/>
- ▶ http://www.abnt.org.br/certif_comsol.htm
- ▶ <http://www.abnt.org.br/normas1/>
- ▶ <http://galen.imw.lublin.pl/users/>
- ▶ <http://www.ANBio.ORG.BR>.
- ▶ <http://www.fiocruz.br/biosafety>
- ▶ <http://www.msha.gov/>
- ▶ <http://www.niosh.gov>
- ▶ <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>

8. Modelos de Formulários e POP Úteis as CIBio e CIPA dos Setores e Unidades

Songelí Menezes Freire

8.1. Modelo de Ficha de Inscrição / Dados do Técnico / Aluno Estagiário ou Pos-Graduando

- ▶ Identificação (nome completo).
- ▶ Data Nascimento.
- ▶ Documento de Identificação.
- ▶ Filiação.
- ▶ Formação Acadêmica (conclusão).
- ▶ pós-graduação (ingresso).
- ▶ Conclusão prevista (semestre/ano).
- ▶ Endereço residencial.
- ▶ Endereço profissional.
- ▶ Contato telefônico residencial, trabalho, celular, fax, E-mail.
- ▶ Possui assistência médica? Identificar qual. Indicar fase de carência.
- ▶ Contato da central da assistência médica.
- ▶ Em caso de acidente a quem devemos avisar / Grau de parentesco.
- ▶ Contato para emergências.
- ▶ Vínculo.
- ▶ Recebe bolsa?Salário?
- ▶ Origem da bolsa (PIBIC, CNPq/CAPES/Labimuno/Fapex, outros).
- ▶ O que acha do setor?
- ▶ O que espera da Instituição?
- ▶ Quais são os seus compromissos para com a Instituição?
- ▶ Quais os pontos ou condições que geram risco de acidente no setor?
- ▶ Você tem sintomas de processo alérgico ou é alérgico (a) a algo?
- ▶ Você faz uso de medicamentos com frequência?

- ▶ Quando foi a ultima vez que você fez uma revisão médica?
- ▶ Quando foi a ultima vez que você fez exames laboratoriais?
- ▶ Você tem alguma queixa de mal estar?
- ▶ Como você acha que poderíamos evitá-lo (s)?

Caso deseje, informe algo que lhe pareça importante e que não foi perguntado.

8.2. Modelo de Registro de Acidente Durante o Expediente de Trabalho – (CIBio / CIPA)

- ▶ Número de registro do acidente do Laboratório.
- ▶ Nome do Acidentado.
- ▶ Função do acidentado no Setor.
- ▶ Vínculo do acidentado.
- ▶ Data de início do vínculo.
- ▶ Número do Registro do acidentado na Unidade de Trabalho.
- ▶ Carteira Profissional.
- ▶ Se estudante data de início do estágio.
- ▶ Local (no serviço) de ocorrência.
- ▶ Material/instrumento que provocou o acidente
- ▶ Data do acidente: Horário do Acidente
- ▶ Local do acidente.
- ▶ Especificar setor.
- ▶ Tipo de acidente: Desfalescimento / Trauma leve / Corte /Queimadura / Outros
Especificar
- ▶ Região área corpórea da lesão.
- ▶ Descrição da ocorrência.
- ▶ Testemunhas (Nome / Função).
- ▶ Ultimo teste sorológico realizado em rotina.
- ▶ Acidente em caso de soro/sangue (fluido).
- ▶ Identificar o registro do paciente (fluido envolvido).
- ▶ Descrever solicitações de sorologias diagnósticas que foram requisitadas pelo medico do referido paciente.
- ▶ Resultados das sorologias do paciente.
- ▶ Identificar o nome e função de quem recebeu a notificação/registro do acidente.

- ▶ Registrar os passos ocorridos após o acidente.
- ▶ Informar se anteriormente havia sofrido algum acidente no laboratório (indicar se foi registrado ou não o anterior).
- ▶ Informações sobre a última vacinação recomendada pelo Ministério e obrigatória neste setor.
- ▶ Indicar as providências trabalhistas tomadas (Setor e responsável).
- ▶ Indicar as possíveis causas do acidente.
- ▶ Informações adicionais que se queria registrar e que não foram perguntadas neste questionário.
- ▶ Informações adicionais das testemunhas.
- ▶ Registro de acontecimento do acidente e informações da causa (pelo Responsável do setor).
- ▶ Assinatura do acidentado e de duas testemunhas
- ▶ Assinatura do Responsável pelo Setor, Chefe e Coordenador.

8.3. Dados Necessários para Confecção de Mapa de Risco Ocupacional Setorial

Esta recomendação foi inicialmente proposta no Brasil no final da década de 1970, mas tornou-se obrigatória a partir da Portaria no. 5 de 18/08/92, do DNSST (Departamento Nacional de Segurança e Saúde do trabalhador) do Ministério do Trabalho. Atualmente a preocupação com as condições e segurança ocupacional induziu ao aumento da preocupação do trabalhador e técnico responsável pelo setor em documentar as informações e confecção de mapa de risco ocupacional.

- ▶ Informar ao profissional técnico que compõe o quadro de trabalhadores do setor quanto aos diferentes riscos e sua classificação.
- ▶ Fazer levantamento das diversas atividades dos setores da unidade de forma individual (secretaria/CPD, recepção, laboratório)
- ▶ De posse da planta baixa e alta (caso haja) identificar e distribuir as atividades desenvolvidas em cada área delimitada (secretaria, CPD, recepção, laboratório, sala de lavagem, sala de esterilização).
- ▶ Identificar nas áreas determinadas na planta do setor os riscos de pequena, média e grande gravidade nas diversas atividades, cujo grau é demonstrado com círculos de diâmetros variados 1 cm, 2 cm e 4 cm respectivamente, e suas diferentes classificações de risco ocupacional demonstradas com cores verde, vermelho, amarelo e azul.
 - **GRUPO de risco ocupacional 1** = riscos físicos representados pela cor verde. Refere-se aos riscos de exposição a diferentes tipos de ruído, calor, frio, pressões, umidade, radiações ionizantes, e não ionizantes, vibrações etc.
 - **Grupo de risco ocupacional 2** = risco químico representado pela cor vermelha. Refere-se aos riscos de exposição a poeiras, fumos, gases, vapores, nevoas, neblina etc.

- **Grupo de risco ocupacional 3** = risco biológico representado pela cor marrom. Refere-se aos riscos de exposição a contaminação por microrganismos como fungos, bactérias, vírus, protozoários, e insetos, etc.
- **Grupo de risco ocupacional 4** = risco ergonômico representado pela cor amarela. Refere-se ao risco por trabalhos por turnos, com exigência de postura, repetitividade, ritmo excessivo, transporte e levantamento de peso, monotonia etc.
- **Grupo de risco ocupacional 5** = risco de acidente representado pela cor azul escura. Refere-se ao trabalho com risco de acidente provocado por inadequação de área física e de equipamento, iluminação inadequada, por incêndio e explosão, por eletricidade, equipamentos sem proteção, quedas e animais peçonhentos etc.

8.4. Modelo para Confecção de POP

O POP caracteriza-se como o procedimento operacional padrão que tem a finalidade de padronizar e uniformizar a metodologia de setores de uma unidade que pode ser desempenhada de forma similar pelos integrantes da equipe com o mínimo de variabilidade possível.

A uniformidade na execução do POP será alcançada com a discussão e treinamento de todos os técnicos do setor na unidade sob supervisão de um responsável.

Com Mapa de atividade funcional e dos procedimentos técnicos a confecção do POP deve ser realizada pelos técnicos que conhecem a metodologia e realidade do setor. Depois de conferida deve ser apresentada e aprovada pela CIPA e pela Coordenação da unidade/setor.

POP DA ATIVIDADE "PROCESSAMENTO, ATENÇÃO REGISTRO, AO PACIENTE"	"NOME DO SETOR DA ATIVIDADE"	NO. DO POP = 001 PÁGINA: 1/2
Responsáveis pela elaboração: - - Data:	Verificação pela CIPA Reunião Data:	Aprovação pelo Responsável Diretoria/Coordenação: - Data:

Objetivo

Setor de Aplicação

Este documento será utilizado por todos os funcionários do setor e deverá ser do conhecimento de todos os responsáveis técnicos do laboratório.

Etapas e Métodos dos Procedimentos

Etapa 1, 2, 3 ...

OBSERVAÇÃO:

- ▶ Os técnicos do setor e da unidade deverão conhecer todos os procedimentos em caso de acidente.
- ▶ O técnico e duas testemunhas deverão preencher o formulário de acidente.
- ▶ Uma vez ocorrendo o acidente comunicar oficialmente ao responsável pelo setor e à CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e a Secretaria de Saúde e controle epidemiológico quando indicado.

9. Biossegurança no Gerenciamento, Preparação da Coleta e Transporte de Resíduos de Saúde

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário – DIVISA⁴

Maria Thaís Menezes Freire

9.1. Apresentação

A Vigilância Sanitária compreende “um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção da circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde” (Lei Orgânica da Saúde n° 8.080 de 19/09/90, Art. 6º, inciso I).

Desse modo, o desenvolvimento das ações de Vigilância Sanitária contempla os mais diversos campos de atuação, desde os específicos na área de Saúde até outros no campo de saneamento, educação, segurança, entre tantas outras, tendo sempre como objetivo garantir a qualidade de vida através de ações preventivas que eliminem ou minimizem a possibilidade de ocorrência de efeitos negativos à saúde, provocados pelo consumo de bens e pela prestação de serviços.

A questão dos resíduos envolve as diversas áreas da população e da prestação de serviços, sejam serviços de saúde ou outros.

A atuação da Vigilância Sanitária na questão dos Resíduos de Serviços de Saúde envolve o acompanhamento e a avaliação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, de modo a observar a adequação dos procedimentos, tais como coleta, transporte, segregação e armazenamento interno. Envolve também a verificação das condições de tratamento e disposição final, tendo em vista a prevenção de danos ao meio ambiente que possam causar riscos à Saúde Pública.

⁴ Apresentação do Capítulo.

9.2. Introdução

Este capítulo tem por objetivo contribuir com informações técnicas sobre o manuseio dos resíduos sólidos gerados nos diversos tipos de estabelecimentos de saúde; e como os estabelecimentos devem se preparar para o gerenciamento desses resíduos, uma vez que a Resolução CONAMA nº 5 de 5 de agosto de 1993, no seu Artigo 4º, diz que é de responsabilidade dos estabelecimentos de saúde o gerenciamento de seus resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública; e no Artigo 5º diz que a administração dos estabelecimentos de saúde, em operação ou a serem implantados, deverá apresentar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, a ser submetido à aprovação pelos órgãos de meio ambiente e de saúde, dentro de suas respectivas esferas de competência, de acordo com a legislação em vigor.

9.3. Primeiros Passos para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Gerados nos Estabelecimentos de Saúde

Os resíduos sólidos gerados nos diversos tipos de estabelecimentos de saúde - RSS, apesar de representarem uma pequena parcela do total dos resíduos sólidos gerados em uma cidade, têm sido motivo de grande preocupação uma vez que não estão sendo manuseados adequadamente nas FONTES GERADORAS, oferecendo, cada vez mais, riscos à população e contribuindo para a degradação do meio ambiente.

Ressalta-se que o manuseio inadequado dos resíduos e o contato direto com pacientes e materiais, sem observar os aspectos higiênicos básicos, evidencia a participação indireta dos resíduos na cadeia do processo infeccioso, transmitindo o agente etiológico causador da doença, da fonte primária de infecção-reservatório ao novo hospedeiro.

Atualmente os serviços de saúde, tanto municipais quanto estaduais e federais, estão buscando métodos e processos gerenciais, objetivando a redução dos percentuais de infecções hospitalares, causadas pelo manuseio dos RSS uma vez que essa redução está relacionada com a geração, segregação e o acondicionamento adequado desses resíduos.

Ressalta-se que a CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo comprovou a presença de microorganismos patogênicos nos RSS, destacando-se:

- ▶ Bactérias (bacilos gram-negativos entéricos, coliformes, salmonela thyphi, shiguela sp, bacilos gram-negativos, pseudomonas sp, cocos gram-positivos, estreptococos, e staphilococcus aureus);
- ▶ Fungos (cândida albicans);
- ▶ Vírus (pólio tipo 1, vírus da hepatite A e B, influenza, vacina, e vírus entéricos). Apesar de alguns autores afirmarem que a maioria dos patogênicos não sobrevive nos RSS, em função das altas temperaturas geradas durante o processo de fermentação, sabe-se que em alguns microorganismos o tempo médio de sobrevivência, em dias, varia muito, a exemplo do apresentado no Quadro 1, a seguir, segundo SuberKeropp, K.F. e Klug, M. J., em Microbial Ecology.

Quadro 9.1 - Tempo médio de sobrevivência dos microorganismos nos RSS

MICROORGANISMO	TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA (em dias)
Salmonela thyphi	29 – 70
Entamoeba histolytica	8 – 12
Ascaris lumbricóides	2.000 – 2.500
Leptospira interagens	15 – 43
Pollo Vírus - Tipo 1	20 – 170
Mycobacterium Tuberculosis	150 – 180
Lavras de vermes	25 - 40

É sabido que, atualmente, não existe um real entendimento e consenso sobre a questão fundamental: **QUAIS OS RISCOS QUE OS RSS REPRESENTAM, DE FATO, À SAÚDE PÚBLICA?** Para se ter uma idéia, uma corrente de profissionais defende a opinião de que, com exceção dos resíduos pérfuro-cortantes (agulhas, seringas, bisturis, etc.), e dos radioativos, os demais resíduos gerados em serviços de saúde oferecem os mesmos riscos que os resíduos com características domésticas. A outra corrente defende que o risco característico oferecido pelos RSS é representado pela sua capacidade de transmitir infecções.

Entretanto há consenso que o ponto crucial no gerenciamento dos RSS para prevenir a contaminação das pessoas e do meio ambiente está relacionado com a geração, segregação e o acondicionamento adequado desses resíduos.

Conforme exposto, torna-se **URGENTE** a tomada de decisões, não só por parte das **FONTES GERADORAS**, mas também dos dirigentes do **PODER PÚBLICO**, pois são responsáveis conjuntamente pela resolução desse problema, que já se caracteriza como de extrema gravidade.

O presente capítulo aborda, como o nome já diz, **PRIMEIROS PASSOS PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE**. Sugerem ser um documento técnico que, não está fechado e, tem a intenção de contribuir com os diversos estabelecimentos que geram diariamente resíduos sólidos considerados **EFETIVAMENTE** ou **POTENCIALMENTE** contaminados, podendo causar riscos à **SAÚDE PÚBLICA** e ao **MEIO AMBIENTE**.

9.3.1. Definição

Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSS) - todos os resíduos sólidos produzidos em qualquer tipo de estabelecimento de saúde de grande, médio e pequeno porte, dentre eles: hospitais, clínicas médicas, postos de saúde, clínicas odontológicas, clínicas veterinárias, instituições de ensino e pesquisa, farmácias, laboratórios; além de necrotérios, cemitérios, portos, aeroportos e terminais rodoviários que possuem potencial de risco em função da presença de materiais biológicos, produtos químicos perigosos, objetos pérfuro-cortantes e rejeitos radioativos que necessitam de cuidados especiais de acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta interna e externa, tratamento e destinação final – conforme ABNT.

9.3.2. Classificação

A NBR 12.808 da ABNT classifica os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, visando o seu gerenciamento adequado. Eles estão divididos em três classes:

- ▶ **CLASSE A – RESÍDUO INFECTANTE** - todo resíduo que, por sua característica de virulência, infectividade e concentração de patogenicias, apresenta risco adicional à saúde pública.
 - **Biológico (A1):** cultura, inóculo, mistura de microorganismos e meio de cultura inoculado, proveniente de laboratório clínico ou de pesquisa; vacina vencida ou inutilizada, filtro de gases aspirados de áreas contaminadas por agentes infectantes e qualquer resíduo contaminado por estes materiais.
 - **Sangue e Hemoderivados (A2):** bolsa de sangue após transfusão com prazo de validade vencido ou sorologia positiva, amostra de sangue para análise, soro, plasma e outros subprodutos.
 - **Cirúrgico, Anatomopatológico e Exsudado (A3):** tecido, órgão, feto, peça anatômica, sangue e outros orgânicos resultantes de cirurgia, necropsia e resíduos contaminados por estes materiais.
 - **Perfurante ou Cortante (A4):** agulha, ampola, pipeta, lâmina de bisturi e vidro.
 - **Animal Contaminado (A5):** carcaça ou parte de animal inoculado, exposto a microorganismos patogênicos ou portador de doença infecto-contagiosa, bem como resíduos que tenham estado em contato com este.
 - **Assistência ao Paciente (A6):** secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais, inclusive restos de refeições.
- ▶ **CLASSE B – RESÍDUO ESPECIAL** - todo resíduo cujo potencial de risco, associado a sua natureza físico-química, requer cuidados especiais de manuseio e tratamento.
 - **Rejeito Radioativo (B₁):** material radioativo ou contaminado, com radionuclídeos proveniente de laboratório de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na Norma CNEN - 6.05 - Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas, e cuja reutilização seja imprópria ou não prevista.
 - **Resíduo Farmacêutico (B₂):** medicamento vencido, contaminado, interditado ou não utilizado.
 - **Resíduo Químico Perigoso (B₃):** resíduo tóxico, corrosivo, inflamável, explosivo, reativo, genotóxico ou mutagênico conforme NBR 10.004.
- ▶ **CLASSE C - COMUM** - todo resíduo que não se enquadram nos tipos A e B e que, por sua semelhança com os resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública. Exemplo: resíduo da atividade administrativa, dos serviços de varrição e limpeza de jardins, e restos de alimentos que não entraram em contato com pacientes.

9.4. O Gerenciamento dos RSS

A seguir é apresentada uma primeira proposta para a elaboração do Plano de Gerenciamento dos RSS gerados nos diversos tipos de estabelecimentos de saúde, independentemente do seu porte (pequeno, médio e grande), procurando garantir o manuseio adequado dos RSS, desde o acondicionamento, coleta interna, armazenamento, coleta externa, transporte, tratamento até a destinação final.

O Plano de Gerenciamento deverá ser elaborado de acordo com o porte, as atividades desenvolvidas nos estabelecimentos e as normas exigidas: porém considerando, sempre, a sua aplicabilidade e exequibilidade.

A elaboração do referido documento é de responsabilidade dos dirigentes dos estabelecimentos que deverão elaborar, desenvolver e implantar o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos, juntamente com o seu corpo técnico, obedecendo aos critérios técnicos dos órgãos oficiais, submetendo-o às autoridades competentes e pautando-se em concordância com as legislações de saúde e ambientais em vigor. Devem também se articular com todos os setores do corpo funcional do estabelecimento, com contributos dos segmentos de higienização e limpeza, dos Serviços de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho e com a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar, por meio dos seus responsáveis, onde houver obrigatoriedade da existência destes serviços; devendo ainda estar estreitamente conectados ao sistema de coleta externa, tratamento e disposição final dos resíduos gerados em serviços de saúde, vigentes no âmbito Municipal, Estadual ou no Distrito Federal.

Identificação e mapeamento das áreas geradoras, tipos e volumes de resíduos gerados

A primeira atividade a ser realizada para a elaboração do Plano de Gerenciamento dos RSS é a identificação e o mapeamento das áreas geradoras de resíduos dentro dos estabelecimentos e os tipos e volume gerados, de acordo com a classificação da ABNT. Nessa etapa deverão ser levantados e mapeados todos os locais de origem, setores, número de leitos, tipos de resíduo, volume gerado e atual situação de acondicionamento e armazenamento.

Sabe-se que o volume de resíduos gerado nos estabelecimentos está diretamente ligado ao grau de complexidade da unidade de saúde e dos tipos de materiais utilizados (descartáveis ou não). A determinação da quantidade de resíduos gerados nos estabelecimentos é de extrema importância para a elaboração do Plano de Gerenciamento. Como são poucos os estudos existentes, isto leva, na maioria das vezes, a se trabalhar e estabelecer parâmetros baseados em dados de outros locais. Os dados mais utilizados estão no quadro 2.

Quadro 9.2 – Volume de Resíduos Gerados

PARÂMETRO CONSIDERADO	AUTOR / LOCAL	PESO (Kg) / VOLUME (LITRO)
Kg / paciente / dia (Considerar a quantidade de pacientes internados durante 01 ano).	LE Riche	2,0 a 4,0
	Hart	3,0 – hospital normal 8,2 – hospital de treinamento (escola) 8,2 + (5,0 a 6,0) – hospital de treinamento com roupa de cama descartável
Número de leito / hospital – Kg / leito / dia (considerar o número de leitos existentes em cada unidade de saúde)	São Paulo	1,3 – 0,68 séptico e 0,62 não séptico
População do hospital – Kg / paciente / dia (considerar médicos, enfermeiros, visitantes, acompanhantes durante 01 ano).	Moreira	2,87 a 4,91 – hospital normal 4,09 a 16,38 – hospitais que utilizam materiais descartáveis
Hospitais, clínicas médicas, maternidades, casas de saúde, prontos-socorros, sanatórios e similares.	Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, citado por BORGES, Maeli Estrela 1983.	10 l/leito – com internamento 0,50 l/m ² de área útil da edificação – sem internamento
Consultórios médicos e odontológicos, bancos de sangue, postos de saúde, laboratórios e ambulatórios.	Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, citado por BORGES, Maeli Estrela 1983.	0,50 l/m ² de área útil da edificação
Casa de repouso e asilos.	Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, citado por BORGES, Maeli Estrela 1983.	6,0 l/apartamento ou quarto
Consultórios e clínicas veterinárias.	Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, citado por BORGES, Maeli Estrela 1983.	0,30 l/m ² de área útil da edificação – sem internamento 0,40 l/m ² de área útil da edificação – com internamento

Essa etapa é de extrema importância, pois a partir daí que é definida a concepção do modelo tecnológico a ser adotado no estabelecimento de saúde para o manuseio dos resíduos gerados, com a definição de tipos e quantidades de recipientes acondicionadores dos resíduos, de equipamentos e o horário de coleta, de tratamento e a disposição final dos resíduos.

Geração e segregação dos resíduos sólidos na fonte geradora

A segregação bem feita na fonte geradora é de extrema importância para possibilitar a coleta e o tratamento diferenciados dos RSS, bem como todos os procedimentos decorrentes até a redução, reutilização e/ou reciclagem de resíduos.

Recomenda-se que, todo resíduo, no momento de sua geração, seja acondicionado, adequadamente próximo ao local onde foi gerado, de acordo com o estabelecido na NBR 12.809. Todas as unidades geradoras de RSS têm de dispor de recipiente em quantidade suficiente para cada tipo de resíduo gerado.

Ressalta-se que todo funcionário dos serviços de saúde deve ser capacitado para segregar de maneira adequada os resíduos, fazendo a sua identificação e classificação como estabelece a norma. É imprescindível que o funcionário faça uso de equipamentos de proteção individual – EPI durante o manuseio dos RSS.

Exigências da NBR 12.809 relativa à geração e segregação dos RSS, de acordo com o tipo de resíduo gerado

- ▶ **Classe A – Infectante** - todo resíduo que por sua característica de virulência, infectividade e concentração de patogenicias apresenta risco adicional à saúde pública.

Os resíduos classificados como infectantes deverão ser acondicionados em saco plástico leitoso, de acordo com a NBR 9.190; sendo que os perfurantes ou cortantes (A₄), em recipiente rígido; os biológicos (A₁) e sangue / hemoderivados (A₂) têm de ser submetidos à esterilização na unidade geradora; e os cirúrgicos, anatomopatológicos e exsudados (A₃) devem ser acondicionados, separadamente, em sacos plásticos, de acordo com a NBR 9.190.

Todos os resíduos líquidos infectantes terão de ser submetidos a tratamento na própria unidade antes de serem lançados na rede pública de esgotamento sanitário, de acordo com as exigências do órgão de controle ambiental competente.

- ▶ **Classe B - Especial** - todo resíduo cujo potencial de risco, associado a sua natureza físico-química, requeira cuidados especiais de manuseio e tratamento.

Os resíduos farmacêuticos (B₂) e químicos perigosos (B₃) têm de ser dispostos em recipientes compatíveis com as suas características físico-químicas, de maneira a não sofrerem alterações que comprometam a segurança durante o armazenamento e transporte. Os recipientes deverão ser identificados de maneira visível com o nome da substância ou resíduo, sua concentração e principais características.

A Norma recomenda, também, que os resíduos tipo B₃ sejam reciclados sempre que possível, ou que o processo gerador seja substituído por outro que produza resíduo menos perigoso ou reciclável.

Os resíduos classificados como rejeitos radioativos (B₁) deverão ser acondicionados de acordo com a Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN – NE-6.05.

- ▶ **Classe C – Comum** - todo resíduo que não se enquadra nos tipos A e B e que por sua semelhança com os resíduos domésticos, não oferecem risco adicional à saúde pública.

Esses resíduos deverão ser acondicionados de acordo com as recomendações da NBR 9.190.

9.4.1. Manuseio e acondicionamento

Manuseio

Para qualquer tipo de manuseio dos resíduos de serviços de saúde, o funcionário deverá usar equipamentos de proteção individual (EPI): sendo que para os resíduos infectantes deve-se usar:

- ▶ Gorro (para proteger os cabelos, de cor branca);
- ▶ Óculos (lente panorâmica, incolor, de plástico resistente, com armação em plástico flexível, proteção lateral e válvulas para ventilação);
- ▶ Máscara (para impedir a inalação de partículas e aerossóis, do tipo semifacial);
- ▶ Uniforme (calça comprida e camisa manga $\frac{3}{4}$, de material resistente e cor clara);
- ▶ Luvas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, antiderrapante e de cano longo);
- ▶ Botas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, de solado antiderrapante, cor clara, e de cano $\frac{3}{4}$);
- ▶ Avental (PVC, impermeável e de comprimento médio).

No manuseio dos resíduos de Classe C – comum - podem ser dispensados o uso de gorro, dos óculos e de máscara; e para os de Classe B – especial - deve-se usar EPI de acordo com as Normas de Segurança.

Acondicionamento

Segundo a NBR 12.809, após o acondicionamento nos recipientes os resíduos devem ser fechados de forma a não haver vazamentos; sendo que os recipientes devem ser fechados quando 2/3 de sua capacidade estiverem preenchidos. Todo o excesso de ar deve ser retirado, e o saco plástico tem de ser bem fechado, torcendo e amarrando sua abertura com arame, barbante ou nó. Após o fechamento o recipiente deverá ser imediatamente retirado da unidade geradora e levado até a sala de resíduo, por meio da coleta interna I.

9.4.2. Coleta interna

Coleta Interna I

A coleta interna I corresponde à retirada dos resíduos das unidades geradoras, em intervalos regulares, e envio para as salas de armazenamento interno, sendo realizada de acordo com as necessidades da unidade geradora, no que diz respeito a frequência, horário, volume gerado, etc.; e deve obedecer às normas de segregação.

O transporte dos recipientes deverá ser realizado de forma a não permitir o seu rompimento e o esforço excessivo, ou risco de acidente para o funcionário. Em caso de acidente ou derramamento, deve-se imediatamente realizar limpeza e desinfecção do local e notificar a chefia da unidade.

Para os recipientes lacrados com capacidade inferior a 20l, o transporte poderá ser feito manualmente. E para aqueles de 20l, a coleta tem de ser realizada com carrinhos de coleta especiais, que deverão ser estanques, de material rígido, lavável, impermeável; deve possuir rodas e tampa, os cantos arredondados e as paredes lisas para facilitar a limpeza; deve ser identificado pelo símbolo de "substância infectante"; e ter capacidade máxima de 100l.

Para a coleta interna I o funcionário deverá utilizar o EPI:

- ▶ Uniforme (calça comprida e camisa manga $\frac{3}{4}$, de material resistente e cor clara);
- ▶ Luvas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, antiderrapante e de cano longo);
- ▶ Botas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, de solado antiderrapante, cor clara, e de cano $\frac{3}{4}$);
- ▶ Gorro (para proteger os cabelos, de cor branca);
- ▶ Óculos (lente panorâmica, incolor, de plástico resistente, com armação em plástico flexível, proteção lateral e válvulas para ventilação);
- ▶ Máscara (para impedir a inalação de partículas e aerossóis, do tipo semifacial);
- ▶ Avental (PVC, impermeável e de comprimento médio).

Após o término da coleta, o funcionário deverá lavar as mãos ainda enluvasadas, depois retirá-las e colocá-las em local apropriado. A lavagem das mãos deverá ocorrer antes de calçar as luvas e depois de retirá-las.

Coleta Interna II

A coleta interna II corresponde à retirada dos resíduos das salas de armazenamentos internos e envio para o armazenamento externo ou abrigo externo.

O transporte dos recipientes deverá ser executado de acordo com os roteiros de coleta previamente estabelecidos, sempre no mesmo sentido, procurando realizar o menor percurso, evitando provocar ruídos, coincidência com os fluxos de roupa limpa, alimentos, medicamentos e outros materiais, e locais de grande circulação de pessoas.

Os carrinhos de coleta deverão ser estanques, de material rígido, lavável e impermeável, possuir rodas e tampa e ter os cantos arredondados e as paredes lisas para facilitar a limpeza.

Aplicam-se também a esta coleta as mesmas determinações da coleta interna I, e os funcionários deverão usar EPIs.

9.4.3. Armazenamento

Armazenamento Interno

Cada unidade geradora deverá ter uma sala de resíduo apropriada para armazenamento interno dos recipientes, de acordo com as Normas e Padrões de Construções e Instalações de Serviços de Saúde do Ministério da Saúde/1977, e ter considerados os seguintes requisitos:

- ▶ área mínima: 4m², com entrada completa dos carros de coleta;
- ▶ piso e paredes revestidos com material liso, resistente, lavável e impermeável;
- ▶ ralo sifonado ligado ao esgoto sanitário;
- ▶ abertura de ventilação com, no mínimo, 1/20 da área do piso e não inferior a 0,20m², ou ventilação mecânica que proporcione pressão negativa;
- ▶ lavatório e torneira de lavagem;
- ▶ ponto de luz.

Ressalta-se que duas ou mais unidades geradoras podem utilizar a mesma sala de resíduo, desde que sejam contíguas. E para as pequenas unidades geradoras, é facultativa a sala de resíduos, e os seus recipientes devem ser diretamente encaminhados ao abrigo externo, com exceção para os estabelecimentos com atividades de internação.

O recipiente tem de ser armazenado de acordo com as Normas de Segregação, de forma ordenada, pelo período mais curto possível (máximo de 8h), evitando empilhamento (máximo 1,2m de altura). Deve ser evitado o armazenamento interno de resíduo perecível ou facilmente degradável, a exemplo de resto de preparo de alimentos e restos de refeição de pacientes e funcionários. Os resíduos Classe A, tipo A₃, deverão ser armazenados em câmara fria no serviço de anatomia patológica.

Armazenamento Externo / Abrigo de Resíduos

Os resíduos devem ser armazenados de acordo com as normas de segregação e de forma ordenada. Não se admite a permanência de resíduos que não estejam devidamente acondicionados de acordo com o estabelecido em norma. Os recipientes contendo resíduos (lacrados) deverão ser armazenados no abrigo, mesmo quando dispostos em contêineres.

O abrigo de resíduo não deve ser utilizado para a guarda de materiais, equipamentos ou qualquer outro objeto. Para isto deve haver local próprio, anexo àquele. O acesso ao abrigo deverá ser restrito aos funcionários da coleta interna II e aos do serviço de coleta externa, que deverão estar devidamente fardados e utilizando os EPIs.

Os resíduos especiais tipo B têm de ser armazenados em local apropriado na unidade geradora, ou em local exclusivo para este fim, junto ao abrigo de resíduo.

De acordo com a NBR 12.809, o abrigo de resíduo deverá ser construído obedecendo as seguintes especificações:

- ▶ construído em alvenaria, fechado, dotado apenas de aberturas laterais;
- ▶ possuir o piso e paredes revestidos internamente com material liso, resistente, lavável, impermeável e de cor branca;
- ▶ possuir porta com abertura para fora, com proteção inferior dificultando o acesso de vetores;
- ▶ possuir ponto de água, ralo sifonado, ponto de esgoto sanitário e iluminação artificial interna e externa;
- ▶ ter localização que permita facilidade de acesso e operação das coletas internas e externas;
- ▶ possuir símbolo de identificação, em local de fácil visualização, segundo NBR 7.500;
- ▶ possuir área de higienização para carros e equipamentos utilizados nas coletas;
- ▶ ser dimensionado para comportar a quantidade de resíduos equivalente à geração de três dias;
- ▶ quando houver duas coletas diferenciadas, resíduos infectantes e comuns, os abrigos deverão ser individualizados com acessos próprios.

Porém quando o estabelecimento gerador não exceder a produção semanal de 700l e a produção diária não exceder 150l, é considerado de pequeno gerador, e pode, portanto, optar pela instalação de um abrigo reduzido.

O abrigo deverá ser higienizado após a coleta externa ou sempre que ocorrer derramamento; e o efluente da lavagem deverá receber tratamento adequado de acordo com o exigido pelo órgão estadual de controle ambiental.

Coleta externa

A coleta dos RSS deve ser exclusiva e em intervalos não superiores a 24h; pode ser realizada em dias alternados, desde que os recipientes dos resíduos tipo A e restos de preparo de alimentos sejam armazenados à temperatura máxima de 4°C.

A guarnição deverá receber treinamento adequado e ser submetida a exames médicos pré-admissionais e periódicos, de acordo com o estabelecido na Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho.

A empresa e/ou municipalidade responsável pela coleta deverá possuir serviços que proporcionem aos funcionários as seguintes condições:

- ▶ higienização e manutenção dos veículos;
- ▶ lavagem e desinfecção dos EPIs;
- ▶ higienização pessoal.

Para a coleta externa o funcionário deverá utilizar os EPIs:

- ▶ Uniforme (calça comprida e camisa manga $\frac{3}{4}$, de material resistente e cor clara, com identificação);
- ▶ Luvas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, antiderrapante e de cano longo);
- ▶ Botas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, de solado antiderrapante, cor clara, e de cano $\frac{3}{4}$);
- ▶ Colete (de cor fosforescente para coleta noturna);
- ▶ Boné (para proteger os cabelos).

9.5. Tratamento e Disposição Final

De acordo com a Resolução CONAMA n° 05 de 05 de agosto de 1993, é de responsabilidade dos geradores o acondicionamento, coleta, transporte e destinação final dos RSS gerados nos respectivos estabelecimentos.

9.5.1. Relação dos Principais Dispositivos Legais Sobre o Tema em Questão

Legislação Federal

▶ **Leis:**

- Lei n° 6.938 de 31 de agosto de 1981 – dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação; constitui o SISNAMA – Sistema Nacional e Meio Ambiente, e dá outras providências.
- Lei n° 7.347 de 24 de julho de 1985 – disciplina a ação civil pública de responsabilidade por causar danos ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

▶ **Decreto:**

- Decreto MS n° 77.052 de 19 de janeiro de 1976 – determina que os estabelecimentos de saúde devem adotar meios de proteção capazes de evitar efeitos nocivos à saúde de agentes, clientes, pacientes e circunstantes.

▶ **Portarias:**

- Portaria MS n° 400 de 06 de dezembro de 1977 – estabelece normas e padrões sobre construção e instalação de serviços de saúde.
- Portaria MINTER n° 53 de 01 de março de 1979 - estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como fiscalização de sua implantação, operação e manutenção. Essa Portaria foi alterada pela Resolução CONAMA n°05 de 05/08/1993.
- Portaria MS de n° 196 – legislação básica sobre infecção hospitalar, cria a Comissão de Controle Infecção Hospitalar (CCIH).
- Portaria MS n° 450 – cria grupo de trabalho para critérios de coleta, armazenamento e destino final do lixo hospitalar e congêneres.

- Portaria Normativa IBMS nº 348 de 14 de março de 1990 – fixa novos padrões de qualidade do ar e as concentrações de poluentes atmosféricos visando à saúde e ao bem-estar da população, da flora e da fauna.
- Portaria MS nº 1.565 de 26 de agosto de 1994 – define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e sua abrangência, esclarece a competência das três esferas de Governo e estabelece as bases para a descentralização da execução de serviços e ações de vigilância em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde.

▶ **Resoluções:**

- Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986 – define impacto ambiental, estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental e demais disposições gerais.
- Resolução CONAMA nº 05 de 15 de junho de 1988 – estabelece que as atividades e obras de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos de origem hospitalar ficam sujeitas a licenciamento ambiental.
- Resolução CONAMA nº 01 de 25 de abril de 1991 – dispõe sobre a criação da Câmara Técnica especial para analisar, emitir parecer e encaminhar ao Plenário do CONAMA proposta de alteração da Portaria MINTER nº 53/1979, no que se refere à natureza dos resíduos gerados no país.
- Resolução CONAMA nº 06 de 19 de setembro de 1991 – estabelece critérios para a desobrigação de incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
- Resolução CONAMA nº 05 de 05 de agosto de 1993 – Resíduos Sólidos – Regulamenta a Resolução 06 e define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários, rodoviários e revoga os itens I, V, VI e VII da Portaria MINTER nº 53/1979.
- Resolução CNEN – NE nº 605 – Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas.

Legislação Estadual

▶ **Leis:**

- Lei nº 3.858 de 03 de novembro de 1980 – institui o Sistema Estadual de Administração dos Recursos Ambientais Renováveis e dá outras providências.
- Lei nº 3.982/81 – Código de Vigilância Sanitária.

▶ **Decreto:**

- Decreto nº 29.414/83 – regulamenta a Lei nº 3.892/81.

▶ **Portaria:**

- Portaria nº 2.101/90 – estabelece padrões específicos para Vigilância Sanitária.

▶ **Resolução:**

- Resoluções Normativas do CEPRAM – Conselho Estadual de Proteção Ambiental de 1974 a 1994.

▶ **Instruções Normativas:**

- Instruções Normativas – orientações para separação dos resíduos de serviços de saúde intra-hospitalar.

Legislação Municipal

▶ **Leis:**

- Lei nº 5.503 de 18 de fevereiro de 1999 - Código de Polícia Administrativa do Município do Salvador.
- Lei nº 5.504 de 1º de março de 1999 - Código Municipal de Saúde.
- Lei nº 3.377/84 – dispõe sobre o ordenamento do uso e ocupação do solo no Município de Salvador e dá outras providências. Alterada em 26.01.88, pelo Decreto nº 3.853/88.

▶ **Decretos:**

- Decreto nº 7.700 de 14 de outubro de 1986 - aprova o Regulamento de Limpeza Urbana do Município de Salvador e dá outras providências.
- Decreto nº 11.320 de 31 de maio de 1996 – altera dispositivos do Regulamento de Limpeza Urbana do Município de Salvador, aprovado pelo Decreto nº 7.700 de 14 de outubro de 1986, relativos ao Capítulo I – Das Disposições Preliminares; estabelece normas sobre o serviço de coleta, transporte e tratamento dos resíduos sólidos de estabelecimentos de serviços de saúde e dá outras providências.
- Decreto nº 12.066 de 07 de agosto de 1998 – Padronização de Acondicionadores.

9.6. Bibliografia

- ▶ SILVA, Leda Teixeira Camargo Vinícius da. **Caracterização do Resíduo Hospitalar: Uma Interferência à Patogenicidade.** Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Mestre em Hidráulica e Saneamento, Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas. 1993.

▶ **NORMAS TÉCNICAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS:**

- **NBR 7.500**

Símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Material – Simbologia;

- **NBR 8.286**

Emprego da Simbologia para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos - Procedimento;

- **NBR 9.190**

Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo – Classificação;

- **NBR 9.191**

Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo – Especificação;

- **NBR 9.195 –**

Saco Plástico para Acondicionamento de Lixo – Método de Ensaio;

- **NBR 10.004**

Resíduos Sólidos – Classificação;

- **NBR 10.005**

Lixiviação de Resíduos;

- **NBR 10.006**

Solubilização de Resíduos;

- **NBR 10.007**

Amostragem de Resíduos Perigosos;

- **NBR 11.175**

Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de Desempenho;

- **NBR 12.807**

Resíduos de Serviços de Saúde – Terminologia;

- **NBR 12.808**

Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação;

- **NBR 12.809**

Manuseio de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento;

- **NBR 12.810**

Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento;

- **NBR 13.055**

Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo – Determinação da Capacidade Volumétrica;

- **NBR 13.056**

Filmes Plásticos para Sacos para Acondicionamento de Lixo – Verificação de Transparência.

10. Biossegurança nas Atividades de Cirurgiões-Dentistas

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário – DIVISA⁵

Rosângela Góes Rabelo

10.1. Introdução

As técnicas de biossegurança na prática odontológica envolvem um conjunto de medidas preventivas, compreendendo os princípios do controle de infecção, as práticas ergonômicas no desenvolvimento do exercício da profissão e o controle dos riscos químicos e físicos. Historicamente a odontologia era praticada sem a observância desses princípios; e com o advento da AIDS na década de 80 é que surgiram discussões envolvendo a temática. A última década foi de grande relevância para a incorporação de um novo comportamento diante das infecções por parte dos cirurgiões-dentistas, embora a formação profissional ainda necessite de que seus currículos incorporem novos conceitos, compatíveis com o cenário epidemiológico contemporâneo.

Este trabalho tem como objetivo trazer à categoria dos cirurgiões-dentistas alguns tópicos importantes para o exercício cotidiano de sua atividade, assim como para o seu papel de coordenador da equipe de trabalho, que o responsabiliza pelo processo de educação continuada tão necessária a qualidade da assistência prestada ao seu cliente e à comunidade. Enfocaremos a importância dos Equipamentos de Proteção Coletiva e Individual (EPCs e EPIs) e do planejamento para instalação de uma unidade de assistência odontológica, além de resgatar um pouco conceitos já amplamente discutidos em outras unidades assistenciais de saúde, estabelecendo comparação entre a classificação e a identificação dos riscos inerentes a estas e à nossa realidade.

Os microorganismos estão presentes no solo, na poeira, no ar, na água, enfim, em todas as superfícies, secreções e regiões do nosso corpo; e por isto procedimentos na área da saúde devem estar comprometidos com as ações preventivas e realizados em ambiente criteriosamente planejado. Os equipamentos utilizados na prática odontológica geram aerossóis que ficam em suspensão no ambiente e são capazes de contaminar a equipe profissional, paciente e comunidade. Os agentes biológicos têm importância fundamental no trabalho do cirurgião-dentista e da sua equipe. Contudo outros fatores também apresentam igual importância como determinantes ou condicionantes de doenças, devendo, portanto, ser do conhecimento de todos. Refletir e tentar adaptar à nossa prática diferentes grupos e identificações de riscos presentes em outros serviços de saúde com certeza será de ajuda e poderão nortear a elaboração de Manuais de Procedimento (MOP) ou Procedimento Operacional Padrão (POP), levando-se em consideração os microorganismos, a produção de aerossóis, áreas onde são realizados os procedimentos e manuseados os produtos químicos. A importância deste conhecimento está no fato de que, conhecendo os fatores aos quais estamos expostos, poderemos atentar para o estabelecimento de barreiras adequadas ao grau de risco, reduzindo a possibilidade de agravos e transformando o exercício profissional em uma prática segura.

⁵ Apresentação do Capítulo.

10.2. Terminologia

- ▶ **Anti-sepsia** - é a eliminação das formas vegetativas de bactérias patogênicas de um tecido vivo, ou seja, de seres animados, é aplicada sobre a pele, mãos e gengiva.
- ▶ **Anti-sepsia** – uso em tecido vivo de uma substância bactericida ou bacteriostática capaz de impedir a proliferação de microorganismos.
- ▶ **Área crítica** - áreas de procedimentos onde o risco de contato com sangue ou secreções humanas seja concreto.
- ▶ **Área semi crítica** - áreas onde transitam pacientes e materiais sem o risco iminente de contato com secreções e sangue humano.
- ▶ **Artigo** - compreendem instrumentos de naturezas diversas: utensílios, instrumental, vasilhames.
- ▶ **Artigo descartável** – é o produto que, após o uso, perde suas características originais não deve ser reutilizado e nem reprocessado.
- ▶ **Assepsia** – conjunto de meios utilizados para impedir a entrada de microorganismos onde não existam ou estranhos à microbiota local.
- ▶ **Assepsia** - é o método empregado para impedir que determinado meio seja contaminado.
- ▶ **Contaminação** - ato de sujar objetos inanimados ou matéria viva com material danoso, potencialmente infeccioso ou indesejável.
- ▶ **Correlato** - produto, aparelho ou acessório não enquadrado nos conceitos de medicamentos, drogas, saneantes domissanitários e insumos.
- ▶ **CPCIO** - Comissão de Prevenção e Controle de Infecção Odontológica, grupo de profissionais da área de saúde, de nível superior, formalmente designado para planejar, elaborar, implementar, manter e avaliar o programa de prevenção e controle de infecção, adequado às características e necessidades da unidade à qual se destina.
- ▶ **Degermação** – remoção ou redução de microorganismos da pele por meio químico mecânico.
- ▶ **Descontaminação** - é o processo de desinfecção ou esterilização terminal de objetos e superfícies contaminados com microorganismos patogênicos, de forma a torná-los seguros para manipulação.
- ▶ **Desinfecção** - é a eliminação de microorganismos, por meio físico ou químico, que destrói microorganismos presentes em objetos inanimados, mas não necessariamente os esporos bacterianos.
- ▶ **Desinfetante de alto nível** - produto químico capaz de eliminar vida microbiana, apresentando capacidade tuberculicida.
- ▶ **EPC** – Equipamento de Proteção Coletiva: estufa, autoclave, luvas, vacinas, ar-condicionado, exaustor, sinalização etc.
- ▶ **EPI** – Equipamento de Proteção Individual: máscaras, gorros, visor facial ou óculos, avental com mangas sanfonadas, jaleco, luvas borrachóides, luvas de látex, botas, avental impermeabilizado.
- ▶ **Esterilização** - processo físico ou químico que destrói todos os tipos de microorganismos, inclusive os esporulados.

- ▶ **FINAO** - Ficha de Notificação de Acidentes em Odontologia.
- ▶ **Fonte de infecção** - onde os microorganismos patogênicos estão em crescimento ou já cresceram e de onde são transmitidos aos pacientes.
- ▶ **Hamper** – saco ou vasilhame onde se deposita roupa utilizada no bloco (cirúrgica ou ambulatória).
- ▶ **Infecção** - é o resultado da penetração, aderência e multiplicação de um agente infeccioso específico no organismo humano ou animal onde possam causar efeitos adversos. A transmissão pode ocorrer por contato direto dos tecidos com líquidos biológicos infectados, inalação de partículas aerossóis e inoculadas através de bordas cortantes e instrumentos contaminados.
- ▶ **Infecção cruzada** - é a infecção causada pela transmissão de microorganismos de um paciente para outro indivíduo, geralmente pelo pessoal do staff, ambiente ou fômite.
- ▶ **Infecção odontológica** - a infecção adquirida após a intervenção do profissional, quando puder ser relacionada com o procedimento realizado e que se manifesta durante o tratamento e logo após a alta.
- ▶ **Janela imunológica** - é o intervalo entre a infecção e a possibilidade de detecção de anticorpos anti-HIV por técnicas laboratoriais.
- ▶ **Limpeza** - procedimento de higiene utilizando água, sabão e ação mecânica (escovação e fricção) com a finalidade de eliminar toda a sujeira e reduzir o número de microorganismos presentes.
- ▶ **Material pérfuro-cortante** – materiais pontiagudos, fios ortodônticos, agulhas, lâminas de bisturis, fragmentos de vidro, ampolas, limas, matriz e outros que apresentem as mesmas características.
- ▶ **Notificação compulsória de doenças** - registro das doenças listadas como problemas de saúde do país e de interesse internacional, e ainda as erradicadas ou em processo de erradicação.
- ▶ **Notificação de Infecção Odontológica / NIO** - infecção que se apresenta imediatamente o procedimento odontológico ou durante o período de restabelecimento, que tenha relação com a região da intervenção, presença ou referência dos sinais e sintomas.
- ▶ **Período de incubação** - período em que o indivíduo se encontra contaminado, mas não apresenta sinais clínicos da doença, varia de uma patologia para outra.
- ▶ **Prevenção e Controle de Infecção / PCI** - ações desenvolvidas visando à prevenção e controle de infecção odontológica.
- ▶ **Reservatório** - local onde os patógenos conseguem sobreviver fora do organismo e de onde podem ser transferidos, direta ou indiretamente a pacientes.
- ▶ **Resíduos** - todo material gerado, resultante do processo de trabalho no consultório, pode ser biológico ou não, sendo classificado em potencialmente infectante ou doméstico.
- ▶ **Rinsagem** - é a eliminação de resíduos químicos ao qual o instrumental foi submetido para reduzir efeitos tóxicos à mucosa e a pele.
- ▶ **Segregação** – operação de separação dos resíduos no momento e local de geração.

- ▶ **Sepse** - presença de inflamação, formação de pus e outros sinais, em lesões colonizadas por microorganismos.
- ▶ **Validação** – é a documentação correspondente de evidências que dão uma razoável garantia, segundo o nível atual da ciência, de que o processo em consideração realiza e/ou pode realizar aquilo para o qual foi proposto.

10.3. Planejamento do Consultório Odontológico

O consultório odontológico, como qualquer outro estabelecimento de prestação de assistência à saúde, deve ser planejado de forma que proporcione conforto e segurança aos trabalhadores e pacientes. Para tanto, deve-se atentar para as Normas preconizadas pelo Ministério da Saúde como, a Portaria nº 1.884/94, que dispõe das edificações de serviços de saúde; Resolução CONAMA nº 05 sobre o tratamento dos resíduos gerados no processo de trabalho; e o Código Sanitário Estadual, que regulamenta a assistência à saúde, responsabilidade técnica e condições do exercício profissional; além das Normas que regulamentam às questões referentes às radiações ionizantes, e o controle de qualidade da água para consumo em Unidades de Saúde.

Além das especificações determinadas pelos documentos oficiais, para maior conforto dos pacientes, deve-se proporcionar ambiente tranquilo e acolhedor tendo em vista que o tratamento odontológico sempre foi para a maioria dos indivíduos fator gerador de stress. A decoração do local deve ser a mais sóbria possível, com paredes pintadas com cores que traduzam bem-estar psíquico e orgânico. As nossas glândulas principalmente o hipotálamo, são suavemente estimuladas, quando estamos em determinados ambientes terapêuticos ou mesmo ambientes domésticos. O Canadian Color Studio, de Toronto, publicou dois estudos intitulados "Efeitos da cor sobre a saúde do profissional e Efeitos da cor sobre os pacientes", nos quais evidenciam a ação negativa que exerce a má combinação cromática sobre os homens submetidos a esforços de trabalho e sobre os homens submetidos à pressão da enfermidade. Nos ambientes cromaticamente bem concebidos, constatou-se um aumento de 7% da capacidade de trabalho do profissional e 9% a mais de recuperação nos indivíduos sob terapêuticas. O Dr. Marcelo Saul Libersohn, pediatra e estudioso das cores tem se dedicado a combinações que resultem em melhores efeitos terapêuticos. O consultório odontológico deve ser visto desta forma, como um ambiente terapêutico. A diversificação das cores do ambiente deixam pacientes e trabalhadores interessados pelos processos desenvolvidos e este dinamismo cromático deve envolver cores suaves e harmônicas. Grandes áreas deverão ser pintadas com cores suaves: marfim, pérola, bege, azul e verde claro. O Canadian Color studio sustenta que os ambientes devem ter cores que traduzam as expectativas tanto do profissional quanto do paciente: por exemplo, a sala de espera deve ser revestida de cores mais fortes, contudo, acolhedora e aconchegante, com mobiliário que atraia a atenção do paciente e desvie seu foco de stress, proporcionando prazer na espera. A sala de exames e a sala de procedimentos devem ter cores bastante sóbrias, com o mínimo de mobiliário possível (adequado aos procedimentos a serem realizados) para que o paciente e profissional estejam concentrados no processo terapêutico.

A cor branca embora muito utilizada não é considerada pelos estudiosos da cor como elemento terapêutico, pois traduz para os pacientes fadiga, irritabilidade, desconforto visual, além de impaciência, angústia e sensação de enfermidade.

Além dos requisitos inerentes à combinação de cores, é imprescindível que se observem os aspectos técnicos relativos aos revestimentos de bancadas, paredes, piso e outras superfícies, considerando que nas áreas críticas e semi-críticas serão utilizados produtos químicos que poderão reduzir o seu tempo de vida útil. Os materiais usados para revestir superfícies não devem apresentar porosidades e ranhuras; o mesmo deve ocorrer com o piso que, além destas características deve também ser antiderrapante. As paredes devem ser pintadas com tinta lavável. As torneiras, preferencialmente, devem ser acionadas por dispositivos que evitem o contato das mãos ao abrir ou fechá-la, sobretudo, nas áreas críticas e semi-críticas. As cubas para lavagem de materiais devem apresentar 2 vezes a profundidade de uma cuba normal e deve estar embutida em bancada preferencialmente inoxidável ou revestida com material resistente a produtos químicos de desinfecção.

10.4. Processo de Licenciamento

Antes da instalação de uma unidade de assistência odontológica, o responsável deve dirigir-se à Divisão de Vigilância Sanitária do Município munido de dados referentes à localização, área disponível, procedimentos que serão realizados e equipamentos a instalar, além da composição da equipe. Se o imóvel estiver inserido em edificação tipo centro médico odontológico, deve ser encaminhada a planta baixa da sala com a distribuição espacial a ser concretizada. Se o imóvel ainda não foi edificado, deve ser levada a planta baixa e outras como elétrica, hidráulica com especificações dos materiais a serem utilizados.

Caso a proposta seja de adequação, deve ser levada a planta do imóvel existente para os devidos ajustes, com o preenchimento de requerimento de pré-vistoria que estabelece o passo inicial do licenciamento. Este procedimento é o cumprimento da Portaria nº 1,884/94 do Ministério da Saúde que normaliza sobre edificações para a assistência a saúde.

Após essa pré-vistoria ocorrerá a vistoria para o licenciamento, que sendo favorável na perspectiva legal, e se for funcionar como pessoa física, o responsável técnico deverá encaminhar ao órgão de fiscalização a documentação pessoal e assinar o termo de Responsabilidade Técnica. Em se tratando de pessoa jurídica, esta deve estar registrada na Junta Comercial; deve ser apresentado contrato e, dentre os sócios, ser designado aquele que responderá como responsável técnico pela sociedade. Quando, por motivo de férias ou outro, houver afastamento, deverá ser comunicado imediatamente ao órgão de fiscalização a substituição por outro profissional; este procedimento atende ao exposto no Código Sanitário Estadual e Municipal. O alvará sanitário deve ter sua renovação anual e ser solicitado 120 dias antes de expirar o prazo de vigência. Caso o órgão não compareça no tempo devido, fica o documento automaticamente renovado. Os equipamentos que emitem radiação ionizante deverão ser cadastrados e receberão um selo de controle de qualidade da Vigilância Sanitária.

Quanto à prevenção e o controle de infecção, o documento para esclarecimentos é a Portaria nº 930 sobre o tratamento dos resíduos gerados no consultório. Deve ser cumprida a Resolução CONAMA nº 5, assim com as NBRs 9.191, 12.807, 9.190, 1.1808, 11.809 e 11.810 que dispõem sobre gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

10.5. Avaliação de Risco no Consultório Odontológico

Conforme nos referimos, trouxemos para o consultório odontológico conhecimentos utilizados em outros estabelecimentos de assistência à saúde, comparando os procedimentos e buscando estabelecer barreiras capazes de proporcionar aos profissionais ambiente de trabalho seguro; e aos pacientes e ao meio ambiente a anulação e ou redução dos riscos aos quais estarão expostos. Esta é uma classificação empregada para laboratórios e outros estabelecimentos, mas aplicável ao ambiente odontológico. Vejamos algumas definições:

10.5.1. Quanto aos Agentes Microbiológicos

Segundo a Resolução nº 01 de 1988 do Conselho Nacional de Saúde, Cap. X, Art.64, os microorganismos podem estar classificados em grupos de risco de 1 a 4, por ordem crescente:

- ▶ **Grupo 1:** Possui baixo risco individual e coletivo. Microorganismos que nunca foram descritos como agente causal de doenças para o homem e que não constituem risco para o meio ambiente. Exemplo: *bacillus cereus*.
- ▶ **Grupo 2:** Mostra risco individual moderado e risco coletivo limitado. Microorganismos que podem provocar doenças no homem, com pouca probabilidade de alto risco para os profissionais. Exemplo: *schistosoma mansoni*.
- ▶ **Grupo 3:** Tem risco individual elevado e risco coletivo baixo, podendo causar doenças graves aos profissionais. Exemplo: *mycobacterium tuberculosis*, HIV, hepatite B e C.
- ▶ **Grupo 4:** Agrupa os agentes que causam doenças graves para o homem e representam um sério risco para os profissionais de laboratório e para a coletividade; possui agentes patogênicos altamente infecciosos, que se propagam facilmente, podendo causar a morte. Exemplo: vírus ebola; lassa; *machup*; *marburg*.

Como vimos, podemos fazer uma avaliação de riscos baseando-nos nesta classificação, considerando que no consultório odontológico são assistidos indivíduos aparentemente sadios, mas que podem ser portadores de agentes etiológicos em período de janela imunológica, em período de incubação ou mesmo portadores que jamais desenvolverão a doença, mas com potencial de transmissão através de sangue e secreções. Portanto, podemos considerar o consultório odontológico como ambiente de trabalho grau 3 na avaliação de riscos, sendo imprescindível o estabelecimento de barreiras de proteção adequadas e elaboração de manual para normatizar os procedimentos por toda a equipe.

Segundo Wall (1989), a cada 20 pacientes assistidos, 1 é portador de hepatite B; 2 são portadores de herpes e um número desconhecido de soropositivos para HIV. Segundo Guandallini (1997), as doenças que mais acometem os cirurgiões-dentistas são a hepatite B, hepatite C, tuberculose, herpes, AIDS, infecções estafilocócicas e estreptocócicas, entre outras. Um dos fatores responsáveis pela propagação de infecção no consultório odontológico são os aerossóis gerados pelo uso de equipamentos de alta rotação. Definem-se aerossóis como micropartículas sólidas ou líquidas com dimensão aproximada de 0,1 a 50µ que podem permanecer em suspensão, em condições viáveis por várias horas, sendo, portanto, fundamental a avaliação de riscos, das áreas, dos procedimentos e dos instrumentais que compõem o cenário de trabalho do cirurgião e de sua equipe.

10.5.2. Classificação de Fontes de Infecção

São classificadas pelo Ministério da Saúde como fontes de infecções no consultório odontológico:

- ▶ as superfícies fixas de instrumentais;
- ▶ os procedimentos;
- ▶ os pacientes;
- ▶ os profissionais e a equipe.

10.5.3. Classificação Quanto aos Instrumentais

- ▶ **Críticos** - aqueles que penetram nos tecidos, atingindo o sistema vascular.
Ex: afastadores, pinças, instrumentos de corte e pontas, instrumental cirúrgico de periodontia, agulhas.
- ▶ **Semi-críticos** - os que estão em contato com a mucosa ou pele íntegra, mas entram em contato com a saliva, tecido humano, secreções e sangue visível ou não.
Ex: moldeiras e espelhos bucais, suporte para películas radiográficas, seringa tríplice, porta amalgama, brocas, etc.
- ▶ **Não-críticos** - aqueles que entram em contato com a pele íntegra e que não entram em contato com o paciente. Ex: telefone, armários, refletores, comandos da cadeira, etc.

10.5.4. Classificação Quanto aos Procedimentos

- ▶ **Críticos** - são aqueles em que há penetração no sistema vascular. Existe a presença de sangue, pus e material contaminado pela perda de continuidade do tecido.
- ▶ **Semi-críticos** - são aqueles durante os quais possa haver a penetração no sistema vascular, onde haja presença de sangue e perda da continuidade do tecido.
- ▶ **Não-críticos** - são aqueles quando não há penetração no sistema vascular. Procedimento onde não haja a presença de sangue, pus ou matéria contaminada, sem perda da continuidade do tecido.

10.5.5. Riscos Relacionados a Agentes Ergonômicos

Relativos aos fatores necessários ao ajuste entre o profissional e a sua prática:

- ▶ **biomecânicos** - levantamento de peso, postura, movimentos repetitivos, etc.
- ▶ **ambientais** - temperatura, umidade, ruído, contaminantes.
- ▶ **sensoriais** - cores e sinais auditivos.
- ▶ **psicológicos** - estresse, ritmo de trabalho, relacionamentos interpessoais.

Avaliando a composição da equipe odontológica quanto à exposição a riscos, podemos dizer que quanto mais distante estiver o trabalhador da área de trabalho invasivo ou gerador de aerossóis mais protegido estará. Contudo se as técnicas de biossegurança ou estabelecimento de barreiras não estiverem adequadas, a recepcionista estará exposta, tanto pelos riscos físicos da radiação ionizante quanto pelos riscos biológicos, em decorrência da manipulação inadequada pelos profissionais das maçanetas de portas, prontosuários e superfícies e com mãos enluvasadas após procedimentos com pacientes.

A infecção resulta da interação do agente infeccioso e o hospedeiro, estabelecendo-se assim a cadeia de infecção:

Agente ⇒ transmissão ⇒ hospedeiro.

A prevenção e o controle são estratégias para quebrar essa cadeia, devendo os profissionais e sua equipe conhecer os fatores determinantes e condicionantes, assim como os procedimentos, produtos e condutas necessárias.

É impossível eliminar todos os microorganismos do ambiente da clínica, mas eles podem ser prevenidos e controlados mediante procedimentos técnicos adequados. Este capítulo tem como objetivo principal trazer para os colegas conhecimentos sobre a biossegurança e a reflexão sobre o uso correto dos EPIs e EPCs como parte da postura profissional de uma categoria que, além dos riscos biológicos, estão expostos a riscos físicos e químicos. O conhecimento permite melhoria da qualidade do trabalho, maior produtividade, menor custo e, sobretudo o exercício da cidadania, assumindo a responsabilidade para com a integridade do seu cliente, circunstante e do meio ambiente.

10.5.6. Identificação dos Fatores de Riscos

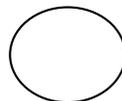
A representação gráfica baseia-se no anexo da Norma Regulamentadora nº 5, e da Portaria nº 3.214 do Ministério do Trabalho. A representação evidencia as áreas de riscos às quais os trabalhadores estão expostos. Através de círculos de diferentes tamanhos e cores se estabelece à gravidade da exposição.

- ▶ grupo a que pertence o risco, de acordo com a cor padronizada;
- ▶ número de trabalhadores expostos ao risco no interior do círculo;
- ▶ a especialização do risco;
- ▶ a identidade do risco, representada de acordo com a gravidade.

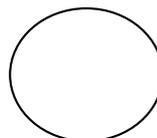
▪ gravidade pequena diâmetro 1



▪ gravidade média diâmetro 2

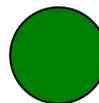


▪ gravidade grande diâmetro 4



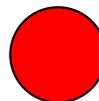
- ▶ **Grupo 1** - riscos físicos: identificados pela cor verde.

Ex: ruído, calor, frio, pressões, umidade, radiações ionizantes e não ionizantes, vibrações.



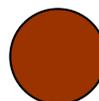
- ▶ **Grupo 2** - riscos químicos: identificados pela cor vermelha.

Ex: poeiras, fumos, gases, vapores, névoas, neblina.



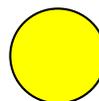
- ▶ **Grupo 3** - riscos biológicos: identificados pela cor marrom.

Ex: fungos, bactérias, vírus, protozoários, insetos etc.



- ▶ **Grupo 4** - riscos ergonômicos: identificados pela cor amarela.

Ex: Levantamento e transporte manual de peso, monotonia, repetitividade, responsabilidade, ritmo excessivo, posturas inadequadas de trabalho, trabalho em turnos.



- ▶ **Grupo 5** - riscos de acidentes: identificados pela cor azul.

Ex: arranjo físico inadequado, iluminação inadequada, incêndio e explosão, eletricidade, máquinas e equipamentos sem proteção, quedas e animais peçonhentos.

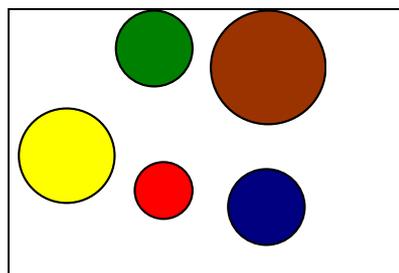


Essa identificação permite que seja procedida no consultório odontológico a diferenciação entre áreas de trabalho, de expurgo, recipientes, luvas distintas para a execução de tarefas pelo pessoal auxiliar, até a codificação de material de moldagem enviado para trabalho de próteses.

10.5.7. Classificação de Áreas com Identificação de Risco

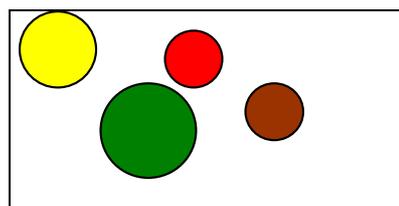
- ▶ **Áreas críticas:**

- ambiente de procedimentos invasivos
- sala de expurgo
- sala de preparo de material
- sala de escovação
- laboratório de prótese



- ▶ **Áreas semi-críticas:**

- ambiente radiológico
- sala de fotografia
- sala de espera



▶ **Áreas não-críticas:**

- áreas não ocupadas por pacientes



10.5.8. Mapa de Risco

Esta metodologia chegou ao Brasil no final da década de 1970, mas tornou-se obrigatória a partir da Portaria nº 5 de 18.08.92, do DNSST (Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador), do Ministério do Trabalho (MTb).

"Mapa de Risco é uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores: acidentes e doenças do trabalho. Tais fatores têm origem nos diversos elementos do processo de trabalho (materiais, equipamentos, instalações, suprimentos, e espaços de trabalho) e da forma de organização do trabalho (arranjo físico, ritmo de trabalho, método de trabalho, postura de trabalho, jornada de trabalho, turnos de trabalho, treinamento, etc)."

"O mapeamento de fatores de riscos ocupacionais é um processo dinâmico de grande complexidade, em função das numerosas fontes de informação, que requer constante atualização e as suas etapas são:

- 1 - Reconhecimento de fatores de risco regionais, levando-se em consideração o senso comum, ou seja, a percepção da população local quanto à presença dos fatores de riscos potenciais.
- 2 - Levantamento de atividade e de estabelecimentos diversos, geradores de agravos à saúde do trabalhador na região (município, bairro, distrito).
- 3 - Cadastramento de empresas através de fontes diversas (INSS, Junta Comercial, Secretaria de Indústria e Comércio, Comunicação de acidentes do trabalho, etc).
- 4 - Levantamento de informação sobre o processo produtivo / plano de saúde ocupacional de empresas que solicitam licença ao Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEPRAM, que são analisadas na Diretoria de Saúde Ocupacional DSO do Centro de Estudo da Saúde do Trabalhador CESAT - Secretaria da Saúde do Estado."

Para nós da odontologia, este conhecimento servirá de instrumento para a sinalização quanto aos fatores de riscos inerentes à nossa prática, norteará a elaboração do nosso Mapa de risco, Manuais de Procedimentos, organizando o fluxo no ambiente de trabalho, tornando-o mais seguro para os trabalhadores, pacientes e circunstantes.

10.6. Medidas para Proteção do Profissional, da Equipe Odontológica, do Paciente e da Saúde Coletiva

10.6.1. Anamnese

É uma das mais importantes medidas de proteção tanto para o Cirurgião-Dentista CD quanto para a equipe e pacientes. A história pregressa, a história da doença atual, os hábitos, os costumes, as doenças sistêmicas, as transfusões sanguíneas, os transplantes e as cirurgias são dados que possibilitam adequado planejamento da assistência odontológica. As informações obtidas poderão evitar desde a transmissão de doenças, até as intercorrências determinadas por prescrições inadequadas, interações medicamentosas, episódios de hipersensibilidades, exposição do paciente portador de doenças sistêmicas a situações indesejáveis de contaminação e o agendamento do paciente no turno mais adequado a sua condição de saúde.

Para este procedimento não se faz necessário o uso de EPIs.

10.6.2. Lavagem das Mãos ou Degermação

Há 140 anos, o médico húngaro Ignaz Smmelweis, com o simples ato de lavar as mãos com solução clorada antes de entrar em contato direto com os clientes, demonstrou a importância dessa medida na profilaxia da infecção hospitalar, por ter ela propiciado diminuição sensível dos casos de febre puerperal.

A lavagem das mãos, embora seja um procedimento simples, é importante quando realizada de forma adequada, diminuindo a quantidade de microorganismos.

A flora microbiana da pele é constituída de microorganismos residentes e transitórios. A flora residente vive e se multiplica na pele, podendo persistir por longo período. Esses microorganismos diferem-se tanto qualitativa, quanto quantitativamente, dependendo do local de alojamento no corpo e da população bacteriana existente. As bactérias mais encontradas são as gram-positivas. Nas mãos, essas e outras bactérias localizam-se em maior quantidade sob as unhas e em torno delas. A flora transitória como o nome sugere é passageira e os microorganismos que a constituem sobrevivem apenas por curto período; suas bactérias são mais fáceis de serem removidas, pois se encontram na superfície da pele. Contudo é composta por microorganismos mais frequentemente responsáveis pela infecção, que são as gram-negativas e os estafilococos, o que bem demonstra a importância das mãos como veículo de transmissão.

Embora na pele das mãos existam bactérias com variados graus de patogenicidade, em situação normal elas não causam infecção, tendo em vista existir uma barreira fisiológica protetora. Na ocorrência da perda de continuidade da pele, pode haver a instalação de um processo infeccioso.

Técnica da lavagem

É o simples o ato de lavar as mãos com água e sabão, visando a remoção de bactérias transitórias e algumas residentes, como também de células descamativas, pelos, suores, sujidades e oleosidades da pele. Devendo-se seguir as seguintes etapas:

A lavagem das mãos deve ser realizada

- ▶ sempre que forem retirados os EPIs;
- ▶ após procedimentos, mesmo que tenham sido efetuados com as mãos enluvasadas;
- ▶ quando tocar superfícies e objetos no ambiente de trabalho;
- ▶ após manusear prontuários, próteses, moldagens e modelos.

O uso de luvas não dispensa a lavagem das mãos.

Áreas de atenção

Em geral, ao trabalhar com pacientes, o pessoal da equipe odontológica deve evitar tocar qualquer objeto ou superfície que não seja necessária para o procedimento propriamente dito. Especificamente, eles devem manter as mãos longe dos olhos, nariz, boca e cabelo. Como os cortes e ranhuras na pele dos dedos servem como vias de acesso fáceis para os patógenos, eles devem estar cobertos com um curativo antes do calçamento das luvas, quando indicado.

Para reduzir a flora em nível aceitável, as mãos devem ser totalmente lavadas antes e após o contato com pacientes, objetos e trabalhos protéticos, usando-se um sabão industrializado antimicrobiano (ex: gliconato de clorexidina a 4%). Uma boa técnica de lavagem das mãos deve ser desenvolvida por toda a equipe, de modo que todas as áreas das mãos sejam consideravelmente limpas. As unhas devem ser curtas e limpas regularmente. As bijuterias e jóias como anéis e alianças devem ser removidos por que tendem a aprisionar organismos e também rasgar as luvas.

Procedimento de lavagem das mãos

- ▶ retirar anéis, relógios e pulseira;
- ▶ posicionar-se junto da pia;
- ▶ abrir a torneira com a mão dominante e molhar as mãos sem encostar-se na pia;
- ▶ dispensar sabão líquido 2 a 4 ml na palma da mão;
- ▶ ensaboar as mãos, friccionando-as por aproximadamente 30 segundos, atingindo palma, dorso das mãos, espaços interdigitais, polegar, articulações, unhas e extremidades dos dedos e punhos;
- ▶ enxaguar as mãos, em água corrente, retirando totalmente o resíduo da espuma e os fragmentos de sabão;
- ▶ enxugar em papel-toalha, utilizando 2 folhas de papel;
- ▶ fechar a torneira com o papel-toalha utilizado para o enxugamento das mãos caso ela não seja acionada por pedal, cotovelo ou fotossensível.

Anti-sepsia das mãos

Deve ser realizada ao iniciar o turno de trabalho, antes e após a realização de exames e procedimentos invasivos. Utiliza-se a mesma técnica da lavagem das mãos, porém usando sabão degermante por um período de 30 segundos.

Procedimento da anti-sepsia das mãos:

- ▶ retirar anéis, relógio e pulseira;
- ▶ prender os cabelos (gorro), posicionar corretamente a máscara e os óculos, deixando o avental para ser vestido após a escovação das mãos, com a ajuda de uma auxiliar;
- ▶ molhar as mãos (de preferência torneira acionada pelo pé, cotovelo ou fotossensível) sem encostar-se na pia;
- ▶ distribuir o sabão anti-séptico nas mãos em quantidade suficiente para mãos e antebraços;
- ▶ escovar, muito bem as unhas, palmas das mãos e articulações por 1 minuto (escovar com escova de cerdas macias, descartáveis ou que possa ser autoclavada);
- ▶ prosseguir com a fricção do restante da mão até completar 5 minutos;
- ▶ enxaguar as mãos e antebraços com água corrente;
- ▶ secar com compressa esterilizada.

Exame extra oral

Pode ser realizado sem luvas; contudo recomenda-se o uso de máscara, jaleco e visor facial. Caso o paciente apresente lesão de pele, as luvas de látex são imprescindíveis.

Exame intra oral

Para este procedimento, o cirurgião-dentista deve estar com toda paramentação: máscara, gorro, visor facial, jaleco e luvas.

A depender da metodologia de trabalho a ser executada, se a 4 ou 6 mãos, o auxiliar que acompanha o exame junto com o cirurgião-dentista, também deve utilizar os EPIs adequados.

O cirurgião-dentista deve ficar atento e supervisionar sua equipe quanto ao uso de EPIs.

10.6.3. Equipamento de Proteção Individual

Um dos principais fatores para escolha do EPI adequado é saber o grau de risco e os agentes que favorecem ou se expõem a esses riscos.

O uso inadequado de EPIs deixa de proteger o paciente, o profissional e sua equipe.

As principais funções dos EPIs são:

- ▶ redução da exposição humana aos agentes infecciosos;
- ▶ redução de riscos e danos ao corpo provocados por agentes físicos ou mecânicos;
- ▶ redução da exposição a produtos químicos tóxicos;
- ▶ redução da contaminação de ambientes.

Os EPIs são classificados em três categorias:

- ▶ para prevenir riscos físicos;
- ▶ para prevenir exposição a produtos químicos tóxicos;
- ▶ para prevenir a exposição a agentes biológicos.

Gorro

O gorro é a medida de proteção tanto para o profissional quanto para o paciente, pois evita a contaminação dos cabelos por aerossóis, micropartículas constituídas por microorganismos, matéria orgânica e fragmentos expelidos pela boca.

Recomendações

- ▶ prender o cabelo;
- ▶ cobrir todo o cabelo com o gorro;
- ▶ deixar as orelhas protegidas pelo gorro;
- ▶ evitar brincos;
- ▶ ao retirar o gorro, puxe-o pela parte superior central e descarte-o no recipiente de resíduos.

Observar sempre a necessidade de trocar o gorro de um paciente para o outro.

Jaleco e avental protetor / uniforme para procedimentos não-invasivos

O jaleco deve ser utilizado sempre durante todo procedimento, tanto ambulatorial quanto cirúrgico. Deve ter mangas longas, gola alta, comprimento abaixo dos joelhos e punhos sanfonados para melhor adaptação às luvas.

A troca deve estar de acordo com o número de atendimentos de pacientes, sujidade ou respingos. Após o expediente, deixar o jaleco em cabide exclusivo para esta finalidade.

Tanto o jaleco quanto o avental devem ser transportados em sacos plásticos e quando forem encaminhados para lavagem. Devem ser colocados em balde destinado a descontaminação prévia à lavagem, podendo ser utilizada solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 10 minutos, separadamente das demais peças do vestuário doméstico.

O uso desses uniformes fora do recinto terapêutico é desaconselhado.

Se ocorrer respingo de sangue ou outra secreção, colocar sobre a área do uniforme, álcool a 70%, peróxido de hidrogênio de 3 a 6%, ou outro desinfetante para reduzir os riscos de contaminação ao manipulá-lo. Depois de retirá-lo, acondicioná-lo em saco impermeável.

Avental estéril / uniforme para procedimentos invasivos

Usado durante os eventos cirúrgicos, é descartado no hamper do ambiente cirúrgico ou sala de procedimento. Deve ser confeccionado com a abertura para as costas e sem bolsos.

Sua utilização se faz sobre calça e blusão próprios para o ambiente cirúrgico; e após lavagem devem ser passados a ferro e submetidos a autoclavação para novo uso.

Recomendações:

- ▶ colocar o avental somente na sala clínica ou cirúrgica;
- ▶ lavar as mãos antes de vesti-lo;
- ▶ calçar as luvas após vestir o avental;
- ▶ ajustar o punho sanfonado à luva, utilizando técnica correta.

Seqüência da paramentação em centro cirúrgico, conforme especificado abaixo:

CALÇA/BLUSÃO → PROPÉ → GORRO → MÁSCARA → AVENTAL → VISOR FACIAL → LUVAS

10.6.4. Luvas

As luvas são usadas como barreiras dérmicas, para reduzir a exposição a sangue, fluido corpóreo, produtos químicos e outros riscos físicos, mecânicos, elétricos e de radiação. Geralmente são usados três tipos de luvas de:

- ▶ látex de procedimentos cirúrgicos;
- ▶ látex de procedimentos;
- ▶ utilidade geral.

As luvas são importantes porque

- ▶ servem de barreira de proteção das mãos em contato com sangue, fluido corpóreo, pele não íntegra e mucosa;
- ▶ reduzem o risco de exposição a sangue fresco;
- ▶ reduzem a possibilidade de contaminação, do cliente pelo profissional e sua equipe, que envolvam contato com mucosas;
- ▶ previne a contaminação durante os procedimentos.

Características das luvas

- ▶ resistência à penetração de patógenos sangüíneos e líquidos;
- ▶ resistência a cortes e abrasões;
- ▶ desenho ergonômico incluindo conforto e textura.

As luvas de látex devem ser usadas sempre que houver a possibilidade de contato com sangue, secreções e outros fluidos corpóreos.

10.6.5. Recomendações

- ▶ as mãos devem estar lavadas e degermadas ao calçar as luvas;
- ▶ se a pele apresenta algum ferimento, este deve ser coberto antes do calçamento;
- ▶ as luvas devem ficar ajustadas às mãos do profissional; para isto o mercado oferece variados números que correspondem ao tamanho adequado;
- ▶ deve-se retirar jóias como anéis, aliança, pulseiras e outros acessórios para o calçamento das luvas;
- ▶ após o calçamento das luvas não tocar em nenhuma superfície ou objeto fora do campo cirúrgico ou do procedimento clínico (canetas, fichas, maçaneta, telefone etc.);
- ▶ utilizar sempre que for assistir o paciente;
- ▶ durante o exame extra-oral não é necessário; contudo se o paciente apresentar ferimentos ou acne é recomendado;
- ▶ utilizar um par de luvas para cada paciente;
- ▶ o uso de dois pares de luvas é indicado em procedimentos cirúrgicos de longa duração, sangramento profuso ou quando a anamnese aponte para situações de infecção existente;
- ▶ retirar as luvas imediatamente após o término do atendimento, descartando-as.

Observação:

As luvas de "procedimentos" não são esterilizadas, não podem ser reutilizadas e não estão indicadas para procedimentos invasivos ou situações em que a anamnese conduza para situações de risco.

Enluvamento das mãos - existem dois métodos para enluvamento das mãos: fechado e aberto.

Vamos discorrer apenas sobre o método fechado, pois é o que possibilita menor risco de contaminação:

- ▶ abra o pacote ou envelope de luvas (as luvas devem ser empacotadas ou comercializadas em embalagens individuais, devidamente dobradas);
- ▶ pegue a luva esquerda pelo punho dobrado;
- ▶ coloque o polegar junto da palma da mão e dedos da luva voltados para baixo;
- ▶ introduza a mão esquerda na luva;

- ▶ com a mão direita puxe a parte dobrada do punho;
- ▶ para a mão direita, pegue na parte interna do punho dobrado da luva direita, deixe o polegar estendido e introduza a mão direita na luva;
- ▶ os ajustes devem ser feitos após o calçamento da luva direita;
- ▶ após o calçamento das luvas não tocar em objetos, superfícies instrumentais ou outros que não estejam fazendo parte do campo operatório.

10.6.6. Máscara

Fatores que definem a seleção dos equipamentos de rotação respiratória

O uso de máscara é obrigatório durante os procedimentos, protegendo as vias aéreas superiores tanto do profissional quanto do paciente. Ao selecionar uma máscara o cirurgião-dentista deve atentar para sua capacidade de filtração dos aerossóis gerados durante os procedimentos, fala, espirro ou tosse e disseminados no ambiente.

Quando os dentes são cortados com turbinas de alta rotação ou durante a remoção de tártaros com aparelhos de ultra-som, são formados aerossóis contendo saliva, sangue e outros fragmentos atomizados e expelidos da boca. As partículas de aerossóis maiores que 50 micras de diâmetro têm forças inerciais maiores que as forças friccionais do ar e são balísticas por natureza (Melo, Norma Suely, 2000). As partículas de aerossóis de diâmetros de 5 micras, ou menos, contaminam o ar e possivelmente as pessoas devido ao seu maior período de permanência em suspensão; as partículas maiores caem no chão e se misturam a sujidades, sendo ressuspensas pela movimentação de pessoas no ambiente, contaminando roupas, superfícies de mobiliário e pele das pessoas. Por conta destas constatações, as máscaras são equipamentos de proteção imprescindíveis para proteção das vias aéreas superiores da equipe odontológica.

Segundo Micick e Cols, as que apresentam maior capacidade de filtração são as seguintes:

Tabela 10.1 – Capacidade de filtração por material utilizado

MATERIAL UTILIZADO	CAPACIDADE DE FILTRAÇÃO
fibra de vidro	99%
fibra sintética	99%
Algodão (tecido)	18 a 50%
Papel	32%
Espuma	14%

Fonte: Guandalini et alli, 1995.

Ranali e Cols em estudo realizado em 1992 demonstraram a capacidade de filtração dos aerossóis produzidos pela turbina de alta rotação.

Tabela 10.2 – eficiência de filtração por tipo de máscara

MÁSCARAS	EFICIÊNCIA DE FILTRAÇÃO
Controle	10%
Celutex simples	50%
Celutex dupla	30%
Filtrosan	90%
Anatômica	20%
Filtradora automotiva	50%
Algodão	20%

Fonte: Guandalini et alli, 1995.

Recomendações:

- ▶ solicitar ao comerciante o potencial de filtração referido pelo fabricante;
- ▶ diminuir a produção de aerossóis e respingos durante os procedimentos empregando uma sucção efetiva (sugador de alta potência);
- ▶ não puxar a máscara para o pescoço, após o procedimento;
- ▶ não reutilizar máscaras descartáveis;
- ▶ observar o tempo de uso das máscaras (máximo de 1 hora);
- ▶ trocar a máscara sempre que sentir umedecida;
- ▶ não tocar na máscara após sua colocação;
- ▶ trocar a máscara sempre que espirrar ou tossir (pedir ajuda se estiver usando luvas);
- ▶ não permanecer com a máscara após uso, pendurada no pescoço;
- ▶ descartá-la, após o uso, em recipiente.

Características da máscara ideal

- ▶ ser confortável;
- ▶ ter boa adaptação aos contornos faciais;
- ▶ não ter odor;
- ▶ ter boa capacidade de filtração (apresentar duas camadas e um filtro intermediário);
- ▶ não tocar lábios e narinas;
- ▶ permitir respiração normal;
- ▶ não irritar a pele;
- ▶ não embaçar o protetor ocular.

10.6.7. Visor Facial Ou Óculos

Os olhos e a face dos trabalhadores e do paciente devem ser protegidos de 4 riscos básicos:

- ▶ risco de impacto por procedimentos que gerem projéteis;
- ▶ risco de espirros decorrentes de procedimento que envolva material molhado;
- ▶ risco de radiação de fontes eletromagnéticas (laser, microondas, ultravioleta, raios x e radiação térmica);
- ▶ risco de fadiga visual associado à luz muito forte ou fraca ou reflexo.

O visor facial é o mais indicado para o trabalho do cirurgião-dentista e equipe. Este EPI tanto protege da exposição à matéria orgânica quanto de fragmentos de materiais restauradores, raspagens periodontal, profilaxia, ligas, gotículas de produtos químicos utilizados em irrigações de conduto etc.

Características dos dispositivos de proteção para a face e os olhos

- ▶ resistência a líquidos;
- ▶ fácil colocação;
- ▶ durabilidade e resistência à desinfecção;
- ▶ proteger as laterais da face.

Recomendações

- ▶ O visor facial deve ser lavado com água e sabão se houver sangue ou secreção visíveis, após cada paciente atendido;
- ▶ Após o atendimento ao paciente, ou trabalho acadêmico com dentes extraídos, deve-se lavar o visor facial com água e sabão e enxaguar abundantemente com água corrente;
- ▶ Além da lavagem com água e sabão, deve-se fazer uma desinfecção com produto químico adequado ao material que constitui o visor ou dos óculos. Aos mais friáveis, que sofrem avaria com glutaraldeído ou álcool a 70%, utilizar água oxigenada.

Esses procedimentos devem ser realizados protegendo as mãos com luvas borrachóides.

Observações

- ▶ deve ter vedação periférica e boa adaptação ao rosto, inclusive sobre os óculos de grau;
- ▶ os óculos comuns não oferecem proteção adequada;
- ▶ devem ser descontaminados por meio de limpeza mecânica, com água e sabão, sempre que houver gotículas de secreção, ou ao final de cada turno de atendimento.

10.6.8. Pró-pé ou Sapatilhas

Indicadas para uso em ambientes cirúrgicos.

10.7. Preparação do Paciente

- ▶ proceder a anamnese, aferir sinais vitais (tensão arterial, pulso e respiração);
- ▶ realizar exames pré-operatórios quando necessários ou indicados pela anamnese;
- ▶ se o paciente apresenta doenças sistêmicas ou estiver sendo submetido a procedimentos terapêuticos, articular com o seu médico assistente o planejamento do tratamento;
- ▶ degermação da face do paciente;
- ▶ preparar a boca com escovação e profilaxia quando necessário;
- ▶ bochecho com solução aquosa de clorexidina a 0,12%;
- ▶ sempre que possível utilizar a técnica do isolamento absoluto;
- ▶ utilizar óculos de proteção no paciente, durante os procedimentos, para evitar respingos, fragmentos de materiais ou fatores físicos;
- ▶ proteger a cabeça do paciente com gorro, mesmo em procedimentos fora do centro cirúrgico.

10.7.1. Paramentação do Paciente para o Centro Cirúrgico

- ▶ o paciente deve entrar na sala já com gorro e pró-pé;
- ▶ colocar avental longo;
- ▶ colocar campo fenestrado de cabeça, após ter procedido à anti-sepsia intra e extrabucal.

10.8. Conclusão

Todo conhecimento hoje possível nessa área deveu-se a nomes que não são comumente citados. Podemos lembrar a persistência de Semmeiweis, Lister, Pasteur, Hooke, Florence Nightigalle e Hasteld. Sabemos que omitiremos outros, que com seus espíritos questionadores certamente viveram para modificar paradigmas.

Notem que eles viveram numa época quando micróbios estavam sendo alvo de descoberta e os recursos para controle da infecção dependiam muito mais da suas definições éticas ideológicas e espírito investigatório do que de conceitos formalizados.

Hoje, quando falamos em qualidade de vida, qualidade dos serviços prestados ao paciente, da prevenção e controle da infecção, estamos embasados em dados científicos inquestionáveis. Cabe-nos apenas, cumprir os princípios fundamentais que envolvem a prática segura.

Devemos, contudo, estar cientes de que o controle de infecção é muito mais do que a instituição de normas e procedimentos, é a mudança de comportamento que só será alcançada pela conscientização dos profissionais, dos pacientes e da sociedade; sujeitos expositores e expostos aos riscos e ao mesmo tempo sujeitos capazes de estabelecer limites de danos.

Este trabalho não tem a pretensão de esgotar o assunto muito menos de ser considerado o ideal, a crítica de todos os interessados pelo tema, com certeza, será o melhor que ele pode produzir.

10.9. Bibliografia

- ▶ AYLIFFE, G. A. J et. al. **Controle de Infecção Hospitalar**. Livraria e editora Revinter Ltda, 3.ed. 1998.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. **Revista do Controle de Infecção Hospitalar**. Brasília. 1995.
- ▶ BURIL, M. et.al. **Protocolo de Profilaxia Pós-exposição Ocupacional ao HIV - Hospital das Clínicas**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 07, 08, 09.
- ▶ CORRÊA, G. M. & Chinellato, I. E. M. **Manual Prático para Procedimentos de Esterilização e Desinfecção em Odontologia**. São Paulo: USP - Faculdade de Odontologia de Bauru. 1994.
- ▶ CORTEZI, W. **Infecção Odontogênica Oral e Maxilofacial - Diagnóstico - Tratamento - Antibioticoterapia**. ed. Pedro Primeiro Ltda. 1995.
- ▶ COSTA, Marco Antonio F. **Biossegurança Ambientes Hospitalares e Odontológicos**. Livraria Editora Santos. 1ª ed., São Paulo. 2000.
- ▶ GUANDALINI, Sergio Luiz. **Biossegurança Controle de Infecção na Odontologia**. Universidade Federal do Paraná. 1995.
- ▶ Martins, Maria Aparecida. **Manual de Infecções Hospitalares - Prevenção e Controle**. Ed. Médica e Científica Ltda. 1993.
- ▶ MINAS GERAIS. Secretaria da Saúde. **Manual de Ergonomia e Biossegurança em Odontologia**.
- ▶ ROVANET, Marcelo. **Manual de Biossegurança para Laboratório**. Livraria Santos editora. São Paulo. 1995.
- ▶ SAMARANAYAKE, I. P; Scheutz F & Cottone, J. A. **Controle da Infecção para a Equipe Odontológica**. Livraria ed. Santos, 1ª edição. 1993.
- ▶ STIER, C. J. N. **Rotinas em Controle de Infecção Hospitalar**. Curitiba: Netsul. 1995.
- ▶ THORWALD, Jurgen. **O Século dos Cirurgiões**. São Paulo: Hemus Editora Ltda.
- ▶ TEIXEIRA, Pedro, Silvio Valle. **Biossegurança: Uma Abordagem Multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fio Cruz. 1996.

11. Segurança Profissional Durante Procedimentos Cirúrgicos

Alfredo Rogério Carneiro Lopes

André Ney Menezes Freire

11.1. Introdução

O termo Segurança em Procedimento Médico-cirúrgico traduz para o profissional o grau de garantia que todo ato deve receber quando a situação envolver áreas com solução de continuidade na pele ou nas mucosas do paciente ou houver risco de contaminação com fluidos, secreções orgânicas e dejetos humanos.

Deve ser uma proteção adquirida durante o exercício da Medicina e, portanto um direito inalienável do médico.

Qualquer pessoa pode ser portadora de microorganismos altamente patogênicos, o que põe em risco a sua própria saúde e a de quem com ela entra em contato, principalmente, após várias exposições como nos casos dos médicos.

O Código de Ética Médica, em seu artigo 23, cita: "É direito do médico recusar-se a exercer sua profissão em instituição pública ou privada onde as condições de trabalho não sejam dignas ou possam prejudicar o paciente."

Entretanto é dever de todo profissional zelar pela segurança dos indivíduos em tratamento, evitando que riscos possam decorrer de uma má prática durante a atenção à saúde destes doentes.

O artigo 43 dos Princípios Fundamentais refere ao médico o dever de empenhar-se para melhorar as condições de saúde, os padrões de serviços médicos e assumir sua parcela de responsabilidade em relação à saúde pública, à educação sanitária e à legislação referente à saúde.

Apesar das melhorias no atendimento médico, no avanço tecnológico e nos sistemas de proteção, médicos que praticam procedimentos invasivos ainda têm risco de contaminação caso medidas adequadas de proteção não sejam observadas.

No que diz respeito a cirurgia, parte da medicina que trata das operações ou intervenções no corpo humano (Silveira Bueno, 1999), esse risco é ainda maior pela própria natureza da especialidade.

Os médicos cirurgiões têm elevado risco de exposição, principalmente, pelo número de procedimentos invasivos que realizam (entre 300 e 500 procedimentos ano), sendo estimado que de 80 a 135 vezes por ano ocorre contato com sangue; e que de 8 a 15, exposições percutâneas. (Riscobiologico.org, 2000).

Os registros de contaminação orgânica por microorganismos são muito antigos e datam das guerras passadas, quando os ferimentos eram tratados por ferro em brasa e óleo fervente. Naquela época, na cauterização ocorria necrose tecidual, criando ambiente propício para proliferação bacteriana. Essa prática foi substituída por limpeza das lesões com água e posteriormente sabão, sendo observados menores taxas de infecção.

Em 1847 foi registrada, cientificamente, a primeira queda na taxa de infecção. Semmelweis observou que a 2ª divisão do Hospital Geral de Viena, local em que só trabalhavam enfermeiras e parteiras, tinha índice de infecção 5 vezes menor do que a enfermaria na 1ª divisão em que trabalhavam médicos e estudantes em fase de treinamento. O jovem médico observara que os profissionais com as mãos que praticavam necrópsias de casos graves dispensavam em seguida tratamento às parturientes. Estava dessa forma identificada a causa da febre puerperal. Ele observou que a taxa de infecção caiu de 18 para 2% com medidas simples como lavar as mãos com água e sabão e, a seguir, com água clorada. Esses simples atos marcaram o início da observação científica com objetivo de diminuir taxas de infecção hospitalar.

No século XIX, Pasteur revoluciona a Medicina criando a teoria dos germes como agentes causadores de infecção, dando um novo significado às complicações sépticas após os traumatismos orgânicos.

No ano de 1867, Joseph Lister, desenvolveu a prática da anti-sepsia por meio da borrifação de ácido carbólico no ambiente cirúrgico, provendo dessa forma diminuição da contaminação cirúrgica. Passados quase 20 anos, (1886), Ernest Von Bergmann definitivamente desenvolveu a cirurgia asséptica criando novas possibilidades para a prática cirúrgica.

São inúmeros os Princípios Fundamentais para evitar a contaminação Médico-Paciente-Médico, dentre eles os mais importantes são:

▶ **Cuidados Gerais:**

- lavagem das Mãos
- anti-sepsia
- equipamentos de Proteção Individual (EPI)

▶ **Cuidados Específicos:**

- esterilização do material
- controle de Esterilização
- uso de Antimicrobianos
- profilaxia para acidentes

11.2. Cuidados Gerais

11.2.1. Lavagem das Mãos

A ação de lavar as mãos utilizando água, sabão ou detergente é considerado o mais importante modo de atuar na prevenção e controle de infecções hospitalares.

O objetivo da limpeza das mãos é impedir que microorganismos sejam transferidos para pacientes, e no final do atendimento, para que não ocorra o efeito inverso, contaminação do paciente para o médico.

Deve ser praticado antes e após o atendimento a cada paciente. Além dos outros momentos considerados anti-higiênicos. Os microorganismos estão dispostos nas camadas superficiais e profundas da pele e classificadas como flora residente e flora transitória.

A flora residente, também é chamada de colonizadora, pois forma uma população de microorganismos estáveis e está situada nas camadas mais profundas da pele.

Já na flora transitória os microorganismos estão livres na superfície da pele ou aderidos à gordura; são, portanto, relativamente fáceis de serem removidos durante a degermação.

Algumas bactérias com poder patogênico podem passar de flora transitória a residente; e, quando isso ocorre, o indivíduo pode ser portador crônico de bactérias com elevado poder infectante ou patogênico.

A flora residente e transitória pode ser representada por: *Streptococcus Beta-hemoliticus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli* e *Klebsiella*, sendo o *Staphylococcus* coagulase positivo o patógeno mais comum da flora residente.

O *Staphylococcus aureus* é a bactéria responsável por grande número de doenças, tem o homem como seu maior reservatório, estando presentes nas fossas nasais de 40 a 60% dos indivíduos que transitam em hospitais.

A Flora residente não é facilmente removível durante a lavagem das mãos, entretanto, pode ser inativada por substâncias anti-sépticas.

Cuidados com as mãos

- ▶ As unhas devem ser bem aparadas
- ▶ Retirar jóias antes da escovação
- ▶ Remover esmaltes
- ▶ Evitar contatos diretos com pacientes caso haja lesões na pele
- ▶ O ato de lavar as mãos deve fazer parte de toda e qualquer rotina no atendimento do paciente e repetido quantas vezes forem necessárias e deve ser feito quando da entrada até a saída do estabelecimento de trabalho.

11.2.2. Anti-sepsia

O uso de sabões e detergentes podem ser usados pela propriedade de umidificação, penetração, emulsificação e dispersão de partículas e bactérias presentes na superfície das mãos e dos antebraços. A simples lavagem, adequadamente feita, pode reduzir a flora transitória e, em até 80%, flora residente.

Produtos utilizados:

▶ Álcool a 70%

- Vantagem: possui uma excelente ação germicida, cuja ação é quase imediata, tem concentração de 70%, em peso e 80% em volume.
- Desvantagem:
 - não tem efeito residual e pode ressecar a pele durante operações repetidas.
 - não é esporicida.
- Ação: induz à desnaturação de proteínas e são eficazes contra bactérias, fungos, bacilos e vírus.

▶ PVPI a 10%

O iodo é considerado o mais antigo e eficiente elemento com ação bactericida, já foi utilizado de várias maneiras e concentrações.

A descoberta de que a dissolução de iodo em polivinilpirrolidona (PVP) forma um complexo solúvel em água, a polivinilpirrolidona-iodo (PVP-I), com vantagens sobre a solução alcoólica, despertou o interesse pelo seu amplo uso. Comprovadamente, houve diminuição das lesões de pele e manutenção da ação residual e germicida equivalente às soluções aquosas de iodo na mesma concentração.

- Desvantagens:
 - indutor de processos alérgicos que podem ser graves
 - pode produzir lesões na pele e mucosas: queimaduras e irritação
 - é fotossensível
- Ação: possui efeito residual e reduz a flora bacteriana de 68 a 84% em uma única aplicação e de 92 a 96% quando usada por 6 vezes seguidas.

Ainda são os agentes mais utilizados, hoje em dia, pela eficácia e baixo custo.

Efeito residual de 2 a 4 horas.

▶ Clorhexidina a 4%

É uma solução usada desde 1972, com efeito bactericida na pele e baixa toxicidade. Não provoca ressecamentos, irritações ou desconforto.

- Concentrações mais usadas: 2 a 4%
- Outras formulações:
 - solução alcoólica a 0,5%
 - solução alcoólica a 0,2%
 - solução dentifrícia a 0,025%
- Desvantagens: tem pequeno efeito contra microbactérias

▶ Triclosano a 2%

Ação: destruição da membrana celular e precipitação dos componentes internos da célula microbiana. Germicida contra bactérias, fungos, vírus que após única aplicação diminui a população bacteriana de 84,9 a 95,6%. A solução detergente a 4%, quando aplicada uma única vez, reduz a flora de 70 a 86,7%; e de 80 a 99,2% quando repetida seis vezes. Possui efeito residual de 5 a 8 horas.

11.2.3. Equipamentos de Proteção Individual

Os EPIs são dispositivos usados individualmente para proteger a integridade física do trabalhador e incluem: luvas, protetores oculares ou faciais, protetores respiratórios, aventais e proteção para os membros inferiores.

A utilização de equipamentos como barreira na presença da infecção hospitalar ou exógena passa por constantes modificações, sobretudo, na busca de novos materiais que sejam impermeáveis a microorganismos sob pressão, flexíveis, distensíveis e confortáveis, além de permitir as boas práticas médicas.

- ▶ **Gorros:** servem de proteção contra o desprendimento de partículas biológicas (descamação da pele, cabelos e barbas); quando necessário, deve ser utilizado o tipo capus para proteção de longas barbas, expondo apenas os olhos.
- ▶ **Máscaras:** existem vários tipos e com efeitos diferentes na prevenção e passagem de bactérias nasais e orais. Deve-se recomendar a troca da máscara entre uma cirurgia e outra.
- ▶ **Pró-pés:** podem ser reutilizáveis ou de preferência descartáveis. A utilização de tamancos pode ser aceita, entretanto em procedimentos que não tem risco de exposição de sangue e fluidos nos pés.
- ▶ **Aventais:** deve proteger o corpo do operador e cobrir do pescoço até abaixo dos joelhos. Além de permitir ajuste confortável, já existe o tipo impermeável adequado principalmente para extensas exposições e manipulação de grandes quantidades de fluidos orgânicos.
- ▶ **Luvas:** normalmente são de borracha natural (látex) ou borracha sintética. Deve ser sempre observado se estão com furos ou rasgadas, o que pode ocorrer em 50 a 70% dos atos cirúrgicos. Um defeito puntiforme, em 20 minutos, pode deixar passar 40.000 microorganismos.
- ▶ **Óculos:** com proteção para a parte lateral do globo ocular. Podem ser de plásticos e devem observar a boa visibilidade e não ser facilmente embaçados pela mudança de temperatura.

Tabela 11.1 - Recomendações para utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) nas Precauções Básicas de Biossegurança.

PROCEDIMENTO	LAVAR AS MÃOS	LUVAS	CAPOTE (AVENTAL)	MÁSCARA E ÓCULOS DE PROTEÇÃO
Exame de pacientes sem contato com sangue, fluidos corporais, mucosas ou pele não íntegra.	X	—	—	—
Exame de pacientes, incluindo contato com sangue, fluidos corporais, mucosas ou pele não íntegra.	X	X	—*	—

(continua)

Tabela 11.1 - continuação

PROCEDIMENTO	LAVAR AS MÃOS	LUVAS	CAPOTE (AVENTAL)	MÁSCARA E ÓCULOS DE PROTEÇÃO
Coleta de exames de sangue, urina e fezes.	X	X	—	—
Realização de curativos			—*	—**
Aplicações parenterais de medicações	X	X	—	—**
Punção ou dissecação venosa profunda	X	X	X	X
Aspiração de vias aéreas e intubação traqueal	X	X	X	X
Endoscopias, broncoscopias	X	X	X	X
Procedimentos dentários	X	X	X	X
Procedimentos com possibilidade de respingos de sangue e secreções	X	X	X	X

(conclusão)

- ▶ * A utilização de capotes (aventais) está indicada durante os procedimentos em que haja possibilidade de contato com material biológico como na realização de curativos de grande porte em que haja maior risco de exposição ao profissional como grandes feridas cirúrgicas, queimaduras graves e escaras de decúbito.
- ▶ **O uso dos óculos de proteção estão recomendados somente durante os procedimentos em que haja possibilidade de respingo, ou para aplicação de medicamentos quimioterápicos.

11.3. Cuidados Específicos

11.3.1. Esterilização de Materiais

Esterilização é o processo utilizado na destruição de todos os microorganismos: bactérias, fungos, vírus e esporos por meio de agentes físicos ou químicos.

Agentes físicos

O tempo necessário para que ocorra a esterilização de toda vida microbiana é variável e depende do artigo e das condições de limpeza do mesmo.

Tabela 11.2

AGENTES	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)
Vapor saturado sob pressão	121° - 132°
Calor seco	140° - 180°

Agentes químicos

Os esterilizantes químicos ou germicidas de alto nível são antimicrobianos e atuam sobre a célula do organismo infectante. O período para ocorrer à esterilização é variado entre 3 a 18 horas. Os artigos devem ser previamente limpos e os elementos químicos, em concentrações adequadas.

11.3.2. Controle da Esterilização

Métodos Físicos

Observar a validade dos manômetros e registradores do equipamento; solicitar manutenção periódica como recomendada pelo fabricante dos equipamentos.

Métodos Químicos

São utilizados indicadores termocrômicos que mudam de cor quando expostas a temperaturas determinado tempo.

Teste de Bowie e Dick – é realizado na primeira carga.

Métodos Biológicos

Usados para controle de autoclaves e estufas, deve ser realizado uma vez por semana na primeira carga; e após, em manutenções preventivas ou corretivas.

Os únicos elementos considerados esterilizantes são: óxido de etileno, glutaraldeído a 2% e o formaldeído (metanol) a 8 e 10%.

Tabela 11.3

AGENTE	PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
Óxido de etileno	03 a 12 horas
Glutaraldeído a 2%	
Bactericida, fungicida e viruscida	10 minutos
Tuberculicida	20 a 30 minutos
Esporicida	05 a 18 horas
Formaldeído a 10%	
Bactericida, tuberculicida, fungicida	10 a 15 minutos
Esporicida	18 horas

11.3.3. Uso de Antimicrobianos

Iniciado o ano de 2001, a grande preocupação das Comissões de Controle de Infecção Hospitalar e dos órgãos de saúde gira em torno do crescente número de microorganismos resistentes à terapêutica atualmente utilizada.

Cuidados a serem adotados:

- ▶ Divulgação dos casos de Infecção Hospitalar.
- ▶ Maior integração entre a Farmácia Hospitalar, enfermagem e o médico que prescrevem os antimicrobianos.
- ▶ Implantação no Programa de Educação Continuada do Curso de Controle de Infecção Hospitalar.
- ▶ Cursos de Atualização sobre Infecção e antimicrobianos.
- ▶ Apoio da Diretoria Hospitalar aos laboratórios de microbiologia.

11.3.4. Profilaxia para Acidentes

O reconhecimento de acidentes com patógenos que podem ser transmitidos por indivíduos doentes ou portadores sadios tem criado uma mentalidade preventiva contra lesões que presumivelmente podem ser evitadas.

Atualmente os microorganismos mais temidos são: Vírus HIV e HTLV, da hepatite C e D.

Precauções padrões ou básicas

Em 1982 os CDCs (EUA) recomendaram que os profissionais de saúde deveriam prevenir o contato diante da pele, ou das membranas mucosas contra sangue, secreções, excreções e tecidos de pacientes com suspeita ou diagnóstico de AIDS.

No Brasil as precauções universais foram adotadas a partir de 1991, quando a Organização Mundial da Saúde publicou orientações para evitar o descontrole da doença.

O princípio da proteção universal que o profissional responsável pelo procedimento deve ter em mente é que qualquer paciente pode ser portador de infecção e, por isso, o cuidado deve ser com todos e não somente com aqueles sabidamente portadores de patógenos de transmissão sangüínea e por líquidos orgânicos.

Contribuição Prevista da Engenharia na Segurança Médica

- ▶ adequação dos equipamentos, gerando conforto e bem-estar durante o uso, proporcionando maior adesão;
- ▶ melhorar na segurança das agulhas para profissionais de saúde;
- ▶ desenvolvimento de luvas com reforço na área dos dedos para evitar lesões percutâneas com agulhas de sutura.

11.4. Ambiente Hospitalar = Proteção Universal

Orientações benéficas no controle de acidentes com profissionais de saúde

- ▶ rastrear a população de risco para AIDS, para hepatite B, para hepatite C;
- ▶ cuidados com materiais pérfuro-cortantes, principalmente, agulhas e lâmina de bisturi;
- ▶ evitar reencapar agulhas;
- ▶ descartar o material em recipientes e locais apropriados;
- ▶ Nos casos de contaminação da pele do profissional por sangue, por perfuração ou ruptura das luvas, devem-se lavar as mãos com água e sabão, completando-se com álcool a 70% ou PVPI, ou outra substância anti-séptica;
- ▶ Em caso de acidentes em geral, ou após contato com sangue de pacientes reconhecidamente soro-positivos para AIDS ou Hepatite, procurar imediatamente o Serviço de CCIH ou Serviço Médico do Hospital;
- ▶ Criar reuniões de Educação Continuada para discussão de temas como risco biológico e orientação sobre biossegurança.

11.5. Bibliografia

- ▶ **Infecções Hospitalares, Abordagem, Prevenção e Controle.** Editora Médica e Científica, LTDA – 1998.
- ▶ **Manual de Controle de Infecção em Pacientes Cirúrgicos.** American College of Surgeons, Livraria ROCA, 1988.
- ▶ **Manual de Controle de Infecção Hospitalar.** Normas e Manuais Técnicos. Ministério da Saúde, 1985.
- ▶ **Curso de Treinamento em Controle de Infecção Hospitalar,** ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 26/6 – 06/06/2000 – MS.
- ▶ **Manual Básico de Farmácia Hospitalar.** Conselho Federal de Farmácia, Brasília – 1987.
- ▶ **Guia Básico para a Farmácia Hospitalar.** Coordenação de Controle de Infecção Hospitalar, Ministério da Saúde, Brasília, 1994.
- ▶ **Enfermagem em controle de material e esterilização.** Editora SENAC, 3ª edição, 1994.
- ▶ **Gerenciamento de enfermagem em Centro Cirúrgico.** Prof. Maria Lúcia Pimentel de Assis Moura, 2000.
- ▶ **Manual de Condutas em Exposição Ocupacional a Material Biológico.** Ministério da Saúde, Secretária de Políticas de Saúde e Coordenação Nacional de DST e AIDS, 2001.

12. Segurança Alimentar no Ambiente Hospitalar

Alfredo Rogério Carneiro Lopes

André Ney Menezes Freire

Eliane Aguiar

Patrícia Jacob Moreno

12.1. Introdução

A nutrição de pacientes internados tem recebido atenção especial, seja de instituições públicas ou privadas, como também dos órgãos governamentais Estadual e Federal. Reconhecendo sua importância e atentos aos seus riscos quando utilizada de forma inadequada, os setores de vigilância sanitária estabelecem requisitos mínimos para a manipulação e oferta de nutrientes em Hospitais.

O Ministério da Saúde por meio da Secretaria de Vigilância Sanitária emitiu a portaria nº 451, de setembro de 1997, que aprova o regimento técnico que dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos.

A preocupação com a segurança da unidade hospitalar como um todo, é concretizada pela portaria nº 2.616, do Ministério da Saúde datada de 12 de maio de 1998, que estabelece diretrizes e normas para a prevenção e o controle das infecções hospitalares.

Finalmente, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária no uso de suas atribuições aprova a Resolução da Diretoria Colegiada – RCD nº 63, de 06 de junho de 2000 como o regulamento técnico destinado a fixar os requisitos mínimos exigidos para a Terapia Nutricional Enteral.

Uma avaliação do quadro nutricional hospitalar no Brasil foi empreendida em 1996 pela Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral com o Inquérito Brasileiro de Avaliação Nutricional Hospitalar (IBRANUTRI), compreendendo 25 Hospitais da rede pública de 12 estados e Distrito Federal. A desnutrição em algum grau incidiu em 48,1% dos pacientes dos pacientes numa população estudada de 4000 doentes. Constataram que 15 dias após a internação, a desnutrição subira para 61% dos pacientes. Esses resultados foram publicados em 1999.

Nos últimos 20 anos, várias publicações científicas em todo o mundo apontaram a desnutrição como responsável direta por maiores índices de morbidade (cicatrização mais lenta das feridas, taxa de infecção hospitalar aumentada, maior tempo de internação, principalmente dos pacientes em Unidades de Terapia Intensiva, e índice de reinternações superiores) e mortalidade. Consequentemente, o impacto óbvio desta situação é um maior custo para o sistema de saúde brasileiro. Nesta fatura devem ser acrescentadas as mortes evitáveis, os custos adicionais para o sistema previdenciário e o grande ônus social provocado pelo afastamento desses doentes do trabalho.

Os países presentes, em 1987, na oitava Sessão do Comitê de Segurança Alimentar Mundial, concordaram em adotar a seguinte definição: "o objetivo final da segurança alimentar mundial é assegurar que todas as pessoas tenham, em todo o mundo, acesso físico e econômico aos alimentos básicos que necessitem..." A segurança alimentar deve ter três propósitos específicos: assegurar a produção alimentar adequada, conseguir a máxima estabilidade no fluxo de tais alimentos e garantir o acesso aos alimentos disponíveis por parte de quem os necessita". Dessa forma, Galeazzi (1996) considera que nesta definição integram-se quatro tipos de manifestações do problema alimentar, quais sejam: 1) os problemas conjunturais de disponibilidade, que refere a relação de demanda (procura) e oferta (produção); 2) as dificuldades ocasionais que as famílias podem enfrentar para ter acesso aos alimentos e assim, satisfazer aos seus requerimentos nutricionais; 3) problemas estruturais de disponibilidade, referente a lacunas tendenciais entre produção e demanda; e por fim, 4) problemas estruturais de acesso, referindo a uma lacuna sistemática entre necessidades nutricionais e a renda disponível para o consumo alimentar.

A nível hospitalar a segurança alimentar compreende fases que devem ser avaliadas de forma multidisciplinar. Ela se inicia com a individualização do paciente e avaliação das suas necessidades nutricionais, passando pelo adequado preparo das dietas, até a finalização do processo que se faz com a administração dos nutrientes por via oral ou artificialmente por meio de sondas estomas e diretamente na veia.

12.2. Segurança Alimentar

Convivemos em um panorama brasileiro repleto de desigualdades sociais, reflexo de uma sociedade classista, onde a fome e a miséria são palco de muitos desagrados e indignações. Isto foi base, em 1993, para o surgimento de um movimento nacional denominado Ação da Cidadania Contra Fome, a Miséria e pela Vida, dirigido pelo cidadão Herbert de Souza, o Betinho. De acordo com o mesmo "(...) se toda a Ação não foi capaz, ainda, de acabar com a fome, reconhecemos a alteração profunda na cultura da indiferença(...)". Este movimento é mais amplo do que ele mesmo. É parte de uma reflexão da Sociedade sobre a miséria, a fome, a desnutrição alimentar no Brasil.

Durante a Conferência Nacional de Segurança Alimentar, ocorrida no Brasil também em 1993, foi aprovado um relatório onde afirmava-se que "o conceito de Segurança Alimentar há de ser construído de acordo com a realidade nacional de cada país. No Brasil, haverá Segurança Alimentar quando todos os brasileiros tiverem, permanentemente, acesso em quantidade e qualidade aos alimentos requeridos para a saudável manutenção do organismo humano e de sua existência digna".

Segurança alimentar poderá, então, ser definida (Galeazzi, 1996) como o direito inalienável de todos os cidadãos de terem acesso permanente aos alimentos necessários, em quantidade e qualidade, com uma vida digna e saudável. A obtenção e manutenção da Segurança Alimentar é um objetivo estratégico e supõe responsabilidade pública, envolvendo Estado e Sociedade. Exige a articulação convergente de múltiplas ações com participação e controle social.

Contrário do que pensa a maioria, nos Hospitais, pacientes visitados diariamente pela equipe de saúde não recebem a devida atenção no que tange a nutrição, e poucas unidades dispõem de Equipes Multidisciplinar para atenderem e promoverem a correta alimentação dos doentes.

Provavelmente, esse é o reflexo dos profissionais de saúde que são formados até o presente momento.

Em todo o mundo cifras alarmantes de desnutrição hospitalar são registradas com incidências alarmantes:

- ▶ Inglaterra, em Cirurgia Geral, 25 – 40%, (Hill, 1977);
- ▶ EUA, em Cirurgia Geral, 44%, (Meguid, 1975);
- ▶ EUA, Medicina Geral e Cirurgia, 50 a 80%, (Willcuts, 1978);
- ▶ Brasil, Medicina Geral e Cirurgia 48%, (Waitzberg, 1999).

12.2.1. Desnutrição: Um Estado Nutricional Frequente

Entende-se como desnutrição a falta de nutrição, ou ainda mais complexo, uma síndrome que reúne emagrecimento, desgaste dos compartimentos corporais, comprometimento físico, funcional, emocional e social do indivíduo. “É a condição do corpo resultante da espoliação dos nutrientes essenciais disponíveis, dependente da ingestão dos elementos dietéticos, da sua necessidade relativa e da capacidade em utilizá-los” (Krause & Mahan, 1985).

O bom estado nutricional é observado quando o indivíduo se beneficia da ingestão de uma dieta balanceada e quando existem reservas corporais de diversos nutrientes. O mau estado nutricional existe quando o indivíduo é privado de uma quantidade de alimentos, ou seja, de nutrientes essenciais durante um determinado período de tempo (KRAUSE & MAHAN, 1985).

Segundo Hoffman (1996), a insuficiência da alimentação e outras condições impróprias para a saúde, associadas ao baixíssimo poder aquisitivo de grande parte da população brasileira, manifestam-se quando estão presentes indicadores antropométricos de desnutrição. O crescimento e a manutenção das dimensões corporais exigem a presença de condições ótimas, principalmente quanto a ingestão e à utilização biológica de proteínas e calorias.

Num indivíduo doente não somente a ingestão inadequada de nutrientes leva-o à desnutrição ou agravamento da mesma, mas também algumas doenças altamente agressivas, por si só incrementam o catabolismo basal do indivíduo desencadeando o auto-canibalismo. Nesta situação, a terapia nutricional teria o papel de minimizar este efeito cadeia na perda dos compartimentos corporais. Mas outros fatores causais da desnutrição hospitalar também podem ser listados, como ocasionais ou até mesmo iatrogênicos.

A Lei 8080/90 – Lei Orgânica da Saúde, no Artigo 43, estabelece a gratuidade das ações e dos serviços de saúde no âmbito do SUS (serviços públicos privados contratados ou conveniados), com as ressalvas de eventuais cláusulas de contrato ou convênio celebrado com as entidades privadas, garante o acesso individual universal e igualitário aos serviços e ações de saúde. O artigo 196 da Constituição de 1988 estabelece como dever do Estado a prestação de assistência à saúde e garante o acesso universal e igualitário do cidadão aos serviços e ações para sua promoção, proteção e recuperação, qualquer contraprestação exigida do cidadão será inconstitucional. Desta forma, o direito a recursos para promover a saúde deve estar-lhe assegurados. Dentre esses recursos, certamente, deve incluir o tratamento clínico nutricional completo, adequado e suficiente.

No âmbito hospitalar o IBRANUTRI identificou que aproximadamente 80% dos pacientes avaliados não tinham registro nos prontuários de qualquer dado sobre o seu estado nutricional, e que apenas 6,1% recebiam nutrição enteral, cifras consideradas baixas pelo elevado índice de desnutrição nos vários locais avaliados: 78,8% em Belém – PA; 76% em Salvador – BA; 67,7% em Natal – RN; 57,9% em Recife - PE e 55,4% Fortaleza – CE, e por conhecermos a população internada de idosos e portadores de doenças vasculares cerebrais e cardiopatias avançadas.

Com essa preocupação o Ministério da Saúde reconhece a importância de remunerar as unidades Hospitalares que dispusessem em seus quadros uma equipe multidisciplinar de terapia nutricional, composta por médicos, enfermeiras, nutricionista e farmacêuticos o que, sem dúvidas, deverá melhorar a segurança alimentar a nível hospitalar.

12.3. Segurança Alimentar em Hospitais

12.3.1. Alimentos Naturais

Todo serviço de Nutrição Hospitalar deve atender às exigências mínimas para fornecimento de alimentos, in natura ou industrializado.

O objetivo final da segurança alimentar é fornecer nutrientes adequadamente selecionados e manipulados, como também isentos de contaminação física, química ou microbiológica.

São regras básicas para o preparo de alimentos (Extraída do manual ABERC de Práticas de Elaboração e Serviços de refeições para coletividade, 1999):

- ▶ Escolher produtos de boa qualidade, devidamente higienizados, isentos de contaminação e corpos estranhos.
- ▶ Cozinhar bem os alimentos, de acordo com os critérios de tempo e temperatura.
- ▶ Diminuir ao máximo o tempo intermediário entre a cocção e a distribuição.
- ▶ Guardar cuidadosamente os alimentos cozidos nas temperaturas de segurança.
- ▶ Reaquecer adequadamente os alimentos cozidos, segundo os critérios de tempo e temperatura.
- ▶ Evitar contato entre os alimentos crus e os cozidos.
- ▶ Observar a higiene dos manipuladores.
- ▶ Higienizar e desinfetar corretamente: superfícies, equipamentos e utensílios.
- ▶ Manter os alimentos fora do alcance dos insetos, roedores e outros animais.
- ▶ Utilizar água potável.

Dentre as várias normas estabelecidas para o adequado tratamento dos alimentos in natura, o cuidado com microorganismos toxiinfecciosos representados por: bactérias infecciosas ou toxicogênicas, fungos micotoxigênicos, vírus e parasitas deve ser enfatizado.

Bryan, em 1979, classificou as toxiinfecções alimentares em duas categorias: as infecções intestinais, quando ocorre multiplicação das bactérias ingeridas; e os quadros de intoxicação alimentar propriamente dita, decorrente da proliferação do microorganismo no alimento, local em que produzem as toxinas.

Microorganismos toxiinfeciosos alimentares

Quadro 12.1 - Os microorganismos mais comuns, causadores de infecção alimentar

TOXINAS PRODUZIDAS NO INTESTINO		PROLIFERAM NO ALIMENTO TOXIGÊNICOS
ORGANISMOS INVASORES	PRODUTORES DE TOXINA	
Salmonella sp. Salmonella typhi Shigella sp. Yersinia Enterocolítica	Clostridium perfringes Vibrio parahaemolyticus Vibrio cholerae Bacillus cereus clássico	Staphylococcus aureus Bacillus cereus emético Clostridium Botulinum Microorganismos Psicotrópicos Ex: Proteus sp.
Campylobacter jejuni	Escherichia coli enterotoxigênica	Listeria monocytogenes

As alterações clínicas presentes nos casos de gastroenterite, com curto período de incubação (1 a 6 horas) são: náuseas, vômitos, podendo ou não estar associado a diarreia, e decorrem da multiplicação bacteriana no próprio alimento.

Nos casos em que o período de incubação é mais prolongado, de 8 a 22 horas, existe tempo de proliferação e invasão bacteriana no intestino, sendo predominante os casos de diarreia e náuseas, e raro os episódios de vômitos.

De ocorrência mais rara nas disenterias provocadas por *Salmonella* e *Shigella* pode ocorrer dejeções com muco, pús e sangue, além de cefaléia, mal estar e queda do estado geral. Nesta situação, o período de incubação pode atingir até 28 dias sendo mais comum de 12 a 72 horas.

Por outro lado, existem situações, relativamente freqüentes, e que sempre podem ser alegadas de intoxicações naturais (alergias alimentares), e podem ser evitadas, quando previamente conhecidas, por meio de recordatório alimentar.

Dos produtos indicados e permitidos na desinfecção de alimentos, as soluções cloradas são as preferidas pela maior parte dos serviços de nutrição e dietética.

A diluição é feita tomando como base as concentrações de hipoclorito de sódio a 1%, 2% e 2,5% e deve ter concentração final de 0,02% (200 a 250 ppm). Não se recomenda concentrações menores que 100 ppm nem acima de 250 ppm.

Uma outra etapa da lavagem pode ser feita utilizando solução com vinagre a 2%. Tem por objetivo limpar as verduras de larvas e insetos e diminuir o gosto de cloro no alimento.

A desinfecção deve ser feita pela imersão por período mínimo de 15 minutos no uso de compostos clorados e por 5 minutos quando utilizar o vinagre.

No caso de alimentos tratados pela cocção à temperatura de 74° ou em outras formas de tratamento, o nível da temperatura deve atingir 65° e mantido por 15 minutos ou 70° por 02 minutos, sendo dispensada a desinfecção química.

12.3.2. Dieta Enteral

Todo hospital deve seguir a portaria nº337 de 14/09/1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária/MS e constituir a EMTN (Equipe Multiprofissional de Terapia Nutricional) com grupo formal e obrigatoriamente constituído de pelo menos um profissional de cada categoria a saber: médico, nutricionista, enfermeira e farmacêutica, habilitados e com treinamento específico para a prática da terapia nutricional.

Na avaliação do paciente, deveremos observar o seu atual estado clínico e nutricional, apontando deficiências e/ou interferências no processo de ingestão e metabolismo de nutrientes, bem como perda de peso não intencional, doenças crônicas, interações medicamento-nutriente e outros sintomas que possam contribuir para perdas nutricionais, além do exame físico detalhado onde possamos identificar sinais de carências de nutrientes específicos.

Com esses dados apurados, faz-se necessário avaliar e determinar os possíveis riscos de recebimento da dieta enteral, evitando-os e garantindo segurança para o paciente. A bronco-aspiração é um desses riscos e, para evitá-la, faz-se necessário o adequado posicionamento do paciente com cabeceira elevada entre 30° e 45°. Recomenda-se o controle adequado do volume de infusão da dieta que melhor será feito sob a administração por gotejamento contínuo, controlado por bomba de infusão.

Diarréia e outras alterações gastrointestinais, como distensão e flatulência, também são evitadas com a seleção adequada de fórmula e sua correta administração.

Devido às diversas doenças que acometem pacientes hospitalizados em uso de Nutrição Enteral, fórmulas especializadas foram determinadas e devem adequar-se a esses casos, baseando-se em recomendações pré-existentes.

No entanto, faz-se necessário usar alguns critérios no processo de seleção da dieta tais como: oferta específica de nutrientes, sua disponibilidade, custo-benefício e indicações.

A oferta calórica deve ser estipulada, por fórmulas já conhecidas, principalmente a de Harris – Benedict.

- ▶ Masculino: $TMB = 66,5 + 13,8 \times P \text{ (kg)} + 5 \times H \text{ (cm)} - 6,8 \times I \text{ (anos)}$
- ▶ Feminino: $TMB = 665,1 + 9,5 \times P \text{ (kg)} + 1,8 \times H \text{ (cm)} - 4,7 \times I \text{ (anos)}$

Entretanto, uma fórmula rápida em que se calcula uma necessidade básica de 30 a 40 kcal/kg/dia distribuída entre proteína, carboidratos e lipídeos pode também ser usada, além de em caso apropriada utilizar um método mais preciso como a calorimetria indireta.

Não devemos deixar de ofertar as necessidades hídricas 30 a 50 mL/kg/dia para adultos, principalmente naqueles pacientes que não podem expressar a sua necessidade de água referindo sede, evitando a complicação da desidratação e seus desdobramentos, como por exemplo, a insuficiência renal pré – renal.

Desta forma encontraremos diversos tipos de dieta e módulos de nutrientes disponíveis no mercado:

- ▶ **Dieta geral:** geralmente polimérica, podendo ou não ser hipercalórica e hiperproteica com adição ou não de fibras e principalmente indicados para pacientes crônicos, sem complicações.
- ▶ **Dieta para Diabético:** Deve ser usada uma dieta hipocalórica ou normocalórica e ajustada de acordo com as necessidades do paciente.
- ▶ **Dieta para Renal:** recomenda-se restrição proteica de 0,6 a 0,8g/kg/dia em casos agudos ou crônicos sem tratamento dialítico e oferta proteica de 0,8 a 1,2g/kg/dia quando em uso de diálise.
- ▶ **Dieta para Pneumopatas:** deve-se fazer restrição de carboidratos simples e complexos quando em retenção de CO₂ confirmada em gasometria, no entanto em casos de não retenção pode-se ofertar dieta padrão com adição de imunomoduladores equilibrada na oferta de proteínas 15 a 20%; lipídeo 30% e carboidratos 50-55% do valor energético total.
- ▶ **Dieta para Hepatopatas:** deve haver seleção adequada de aminoácidos com restrição dos aminoácidos de cadeia ramificados para evitar encefalopatia hepática, com baixa oferta protéica 0,6g de proteína nos casos de descompensação hepática..
- ▶ **Dieta para Imunossuprimidos:** ser adicionada de elementos imunomoduladores tais como triglicérides de cadeia média, arginina, glutamina, ácidos graxos ômega 3 e ômega 6, além de outros nutrientes tais como nucleotídeos, selênio, cromo, carnitina, etc.

12.3.3. Segurança no Preparo da Dieta

Após a seleção adequada da fórmula e as necessidades predeterminadas dos doentes deve-se ter cuidados específicos quanto ao preparo e fornecimento da dieta: Para tanto deve-se observar a orientação da resolução da diretoria colegiada nº 63, de 06 de junho de 2000.

Cuidados:

- ▶ **Com pessoal:** deve ser adequadamente treinado pelo nutricionista quanto a prática de higiene pessoal, vestimenta adequada e reciclados para manutenção dos padrões de qualidade.
 - ▶ **Ambiente de preparo:** Deve ser projetado com objetivo do preparo da Nutrição Enteral, de acordo com as exigências da Vigilância Sanitária no que tange a climatização, revestimentos, pisos e impermeabilização.
 - ▶ **Utensílios e Equipamentos:** todos os utensílios e equipamentos devem ser de fácil higienização e usados somente no preparo da Nutrição Enteral, devendo ser o mínimo e estritamente necessário ao trabalho que se destina.
 - ▶ **Limpeza e Desinfecção:** devem ser estabelecidos programas e procedimentos operacionais de limpeza e sanitização de áreas, instalações, equipamentos, utensílios e materiais, disponibilizados ao pessoal responsável e operacional, validados e supervisionados pelo nutricionista e devem seguir as normas de lavagem, descontaminação e desinfecção previstas em legislação específica em vigor.
 - ▶ **Aquisição de Materiais:** A administração da dieta é um outro ponto importante para biossegurança uma vez que complicações podem estar associadas a forma de administração da dieta.
-

- ▶ **“Bolus”**: risco de distensão abdominal, flatulência, diarreia, refluxo.
- ▶ **Gavagem**: atraso no tempo de infusão, risco de flatulência, diarreia, refluxo.
- ▶ **Infusão contínua em bomba de infusão**: melhor método de administração devido melhor controle da infusão.

O posicionamento do paciente no leito, bem como a fixação adequada da SNE e os cuidados com gastrostomia, contribuirão para reduzir riscos e aumentar a qualidade da terapêutica.

Desta forma, será garantida a segurança para os pacientes em terapia nutricional enteral bem como contribuir-se-á para ganhos clínicos e nutricionais necessários a alcançar sua qualidade de vida com diminuição dos custos hospitalares.

12.4. Bibliografia

12.4.1. Impressos

- ▶ ABRANCHES, Sérgio Henrique, SANTOS Wanderley Guilherme dos e COIMBRA Marco Antônio. **Política Social e Combate à Pobreza**. 4ª edição. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 337**. Brasília, de 14 abril de 1999.
- ▶ BRASIL. República Federativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 jan. 1997.
- ▶ BRASIL. República Federativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, p2.1005 – 22 set. 1997.
- ▶ CARVALHO, Guido Ivan e SANTOS, Lenir. **Sistema Único de Saúde. Comentários à Lei Orgânica de Saúde (Leis 8.080/90 e 8.142/90)**. Hucitec. São Paulo, SP, 1992.
- ▶ CORREIA, M Isabel T. D., WAITZZBERG, Dan L. e CAIAFFA; Waleska T. **Inquérito Brasileiro de Avaliação Nutricional Hospitalar (IBRANUTRI)**. Rev Bras Nutr Clin 14: 123-133,1999.
- ▶ GALLEAZZI, Maria Antonia Martins. **A segurança Alimentar e os Problemas Estruturais de Acesso**. In: GALLEAZZI, Maria Antonia Martins. Segurança Alimentar e Cidadania. Mercado de Letras. Campinas, SP, p. 133-156, 1996.
- ▶ HOFFMANN, Rodolfo. Pobreza, **Insegurança Alimentar e Desnutrição no Brasil**. In: GALLEAZZI, Maria Antonia Martins. Segurança Alimentar e Cidadania. Mercado de Letras. Campinas, SP, p. 195-213, 1996.

- ▶ JACOBI, Pedro. **Movimentos Sociais e Políticas Públicas**. São Paulo, 1974-84. Cortez. São Paulo, SP, 1989.
- ▶ KRAUSE & MAHAM. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. Ed. Roca. São Paulo, SP, 1985.
- ▶ Manual ABERC. **Práticas de Elaboração e Serviços de Refeições para Coletividades**, 1999.
- ▶ TARTAGLIA, José Carlos. **Desenvolvimento, Fome e Segurança Alimentar**. In: GALLEAZZI, Maria Antonia Martins. **Segurança Alimentar e Cidadania**. Mercado de Letras. Campinas, SP, p. 117-130, 1996.
- ▶ WAITZBERG, D.L. **Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na prática clínica**. 3ª ed São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

12.4.2. Internet

- ▶ Segurança Alimentar. <http://alimentoseguro.com.br>

Parte III

Laboratórios

Sumário

13. Biossegurança no Laboratório de Diagnóstico e de Pesquisa	196
13.1. Apresentação.....	196
13.2. Introdução	197
13.3. Riscos Hidráulicos, Elétricos e Sanitários.....	198
13.3.1. Hidráulicos e Elétricos.....	198
13.3.2. Sanitários	198
13.4. Riscos Químicos	198
13.4.1. Classificação de Riscos Químicos	199
13.4.2. Riscos Físicos	205
13.4.3. Alguns Conceitos Relacionados à Proteção e Biossegurança	205
13.4.4. Bases de estudo da fotólise de cadeias proteicas, polinucleotídicas, bases nitrogenadas, desoxirriboses, RNA e DNA	210
13.4.5. Risco na Utilização de Aparelhos e Equipamentos Especiais	212
13.5. Risco Biológico.....	223
13.6. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Individual e Coletiva.....	225
13.6.1. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Individual	225
13.6.2. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Coletiva.....	227
13.6.3. Desinfetantes	231
13.7. Cuidados Especiais para Laboratórios de Pesquisa e de Diagnóstico	231
13.7.1. A Imunização da Equipe.....	232
13.7.2. Estagiário / Aluno em Laboratórios de Pesquisa e Diagnóstico em Atividade Didática e/ou Treinamento	233
13.7.3. Recomendações para Professores Responsáveis por Alunos de Iniciação Científica e Estagiários	238
13.7.4. Biossegurança nas Atividades Gerais de Algumas Disciplinas Durante a Formação – Graduação dos Estudantes de Ciências Biológicas	239
13.8. Procedimentos de Limpeza em Estabelecimentos de Saúde.....	240
13.9. Classificação de Artigos Médico-Hospitalares, Setores ou Áreas Críticas; Semi-críticas e Não-críticas	242
13.9.1. Classificação de Artigos Médico-Hospitalares Críticos; Semi-críticos e Não-críticos	242
13.9.2. Classificação de Setores ou Áreas Críticas; Semi-críticas e Não-críticas.....	242
13.10. Limpeza, Desinfecção, Anti-sepsia e Esterilização.....	242
13.11. Cuidados com Descarte de Materiais	243
13.11.1. Ácidos, Álcalis, Líquidos / Solventes Orgânicos.....	243
13.11.2. Acrilamida	244
13.11.3. Brometo de Etídio.....	244
13.12. Lista de Endereços e Contatos Telefônicos que Todo Estabelecimento Deve Ter	245
13.13. Referências	246
13.13.1. Impressos	246

13.13.2.	Internet.....	249
14.	Primeiros-socorros e Segurança em Ambientes de Laboratório.....	251
14.1.	Introdução.....	251
14.2.	Acidentes e Primeiros-socorros / Primeiros Auxílios.....	252
14.2.1.	Derramamentos e Utilização de Alguns Kits de Limpeza.....	252
14.2.2.	A Observação da Funcionalidade das Vias Aéreas	274
14.3.	Transmissão de Doenças.....	276
14.3.1.	Situações que Requerem Contenção de Hemorragias	276
14.3.2.	Cortes ou Ferimentos Corto-Contusos.....	278
14.3.3.	Desmaios	278
14.3.4.	Queimaduras	279
14.3.5.	Fraturas Ósseas	280
14.3.6.	Lesões Articulares.....	281
14.4.	Transporte de Pacientes / Feridos.....	281
14.4.1.	São vários os tipos e formas de transporte:	281
14.5.	Referências.....	282
14.5.1.	Impressos	282
14.5.2.	Internet	283
15.	Biossegurança em Laboratório de Parasitologia	285
15.1.	Introdução.....	285
15.2.	Infecções Adquiridas no Laboratório com Ênfase em Alguns Protozoários Virulentos.....	285
15.2.1.	Dados Epidemiológicos	287
15.2.2.	Principais Formas de Contaminação e População de Risco	287
15.2.3.	Fator Humano: Risco Maior nas IAL.....	288
15.2.4.	Parasitas Potencialmente Infectantes no Laboratório.....	289
15.2.5.	Diagnóstico de Doenças Agudas Após Suspeita de IAL.....	290
15.2.6.	Biossegurança em Manuseios de Larga Escala.....	290
15.2.7.	Conduta em Alguns Casos de IAL.....	291
15.2.8.	Tabelas	292
15.3.	Bibliografia	295
16.	Biossegurança no Trabalho de Laboratório com HIV	297
16.1.	Introdução.....	297
16.2.	O trabalho com agentes patogênicos de classe 3	297
16.2.1.	Área de Biossegurança	297
16.2.2.	Equipamentos	298
16.2.3.	Pessoal	298
16.3.	Trabalho com Animais	299
16.4.	Descarte e Retirada de Materiais Biológicos	299
16.5.	Normas para Acidentes.....	300
16.6.	Referências.....	301

17.	Modelo de Manual para Laboratório de Biossegurança	325
17.1.	Objetivo.....	325
17.2.	Campo de Aplicação.....	325
17.3.	Responsabilidades	325
17.4.	Definições	326
17.5.	Desenvolvimento.....	326
	17.5.1. Procedimento	326
	17.5.2. CIPA	343
17.6.	Controles	344
17.7.	Considerações Gerais.....	344
17.8.	Documentos de Referência	345
17.9.	Anexos	346

13. Biossegurança no Laboratório de Diagnóstico e de Pesquisa

Ivana L. de O. Nascimento

Robert Eduard Schaer

Roberto Meyer

Songeli Menezes Freire

13.1. Apresentação

O presente capítulo destina-se a descrever, de forma minuciosa, os cuidados a serem observados pelos profissionais e estudantes que atuam como responsáveis nas áreas da educação e da saúde ao desempenharem atividades de treinamento de pessoal nos diversos níveis técnicos, científicos e acadêmicos.

Aqui são abordados os cuidados nos diversos setores com atenção principal para a classificação dos riscos físicos, químicos e biológicos e os diversos riscos na manipulação de equipamentos, dispositivos e aparelhos de uso rotineiro nos laboratórios e estabelecimentos de saúde. Com a composição do material, evidencia-se a preocupação dos autores em estabelecer e associar o conhecimento dos riscos com alguns aspectos da fisiologia, da biologia e da bioquímica do organismo humano que está suscetível aos diversos riscos.

Também são abordados alguns modelos e idéias para a confecção de registro de estudantes, registro de acidentes e de alguns dados importantes para a identificação de riscos e cuidados com produtos e resíduos gerados no estabelecimento. Idéias para que sejam delineados os procedimentos operacionais padrões que devem ser elaborados de forma individual e especial para cada setor e tipo de estabelecimento.

Alguns endereços de estabelecimentos, instituições, organizações, associações, comissões e serviços relacionados com a biossegurança são também registrados neste capítulo.

13.2. Introdução

Segundo documentação divulgada, no Diário Oficial e distribuída por instâncias governamentais e não governamentais, a República Federativa do Brasil elaborou a Lei nº 8.974/95, complementada com o Decreto nº 1.752, estabelecendo as normas para a utilização de organismos geneticamente modificados (OGM) e determinando a responsabilidade da então criada Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para fazer cumprir as leis, decretos, resoluções e instruções normativas dispostas, regulamentadas e instruídas para o controle e acompanhamento das práticas que utilizem técnicas de engenharia genética (Ministério de Ciência e Tecnologia/CTNBio – Cadernos de Biossegurança 1- Legislação, junho de 2000).

Atualmente, entretanto, a **Biossegurança** tem sido definida no meio acadêmico, científico e tecnológico como *um conjunto de medidas para a segurança, minimização e controle de riscos nas atividades de trabalho biotecnológico das diversas áreas das ciências da saúde e biológicas*. As atividades e estudos não mais se restringem às discussões, considerações e controle da tecnologia dos transgênicos e aos organismos geneticamente modificados, mas visam o controle dos métodos de segurança para evitar riscos de acidentes químicos, físicos, microbiológicos e ecológicos para o trabalhador (profissional técnico e de apoio), cliente, paciente e cidadão, buscando a preservação do meio ambiente e melhor qualidade de vida.

O profissional deve considerar-se responsável pela boa conduta técnica para proteger e promover a saúde.

Para a proteção geral das instâncias laboratoriais, como estabelecimentos de execução de métodos das ciências da saúde e biológicas, torna-se necessário o delineamento prévio das atividades a serem desenvolvidas nos setores, devendo ser analisados:

- ▶ capacitação técnica;
- ▶ espaço físico e distribuição de setores;
- ▶ tipos de atividades desenvolvidas;
- ▶ fluxo de atividades;
- ▶ fluxo de pessoas;
- ▶ determinação de potenciais riscos dos vários tipos de acidentes (mapa de risco);
- ▶ identificação de riscos biológicos, físicos e químicos;
- ▶ confecção de um manual de procedimentos operacionais padrão;
- ▶ indicação de providências a serem adotadas em situações emergenciais;
- ▶ indicação de atividades em situações urgentes e emergentes;
- ▶ instrução de imunização da equipe;
- ▶ instrução de primeiros-socorros;
- ▶ divulgação interna da lista de endereços de notificação e informação na Secretaria de Saúde e setores relacionados com a saúde.

Os laboratórios manipulam substâncias químicas e compostos radiomarcados, utilizam aparelhos cujo funcionamento é fundamentado em leis físicas, manipulam resíduos tóxicos e infectados, fluidos biológicos contaminados ou não e, em alguns casos mais específicos, manipulam diretamente microorganismos de diversos grupos de risco biológico.

No funcionamento de um serviço, durante a execução dos procedimentos, os riscos gerais e específicos devem ser analisados e levados em consideração.

Entre os riscos individuais e coletivos de acidentes de laboratório, pode-se listar e classificar inicialmente os riscos em químicos, físicos e biológicos. De forma mais detalhada, a análise do risco no funcionamento integral de um estabelecimento pode ser originada ou relacionada com problemas hidráulicos e elétricos, sanitários e ecológicos, químicos, biológicos e radioativos entre outros riscos físicos provenientes da utilização de instrumentos e aparelhos especiais.

13.3. Riscos Hidráulicos, Elétricos e Sanitários

13.3.1. Hidráulicos e Elétricos

Os riscos hidráulicos e elétricos devem ser observados criteriosamente de forma ordenada e atenta e sua responsabilidade deve ser atribuída a profissionais e técnicos com formação na área específica para minimização dos riscos de inundações, choques elétricos e incêndios. Todos os trabalhadores do setor, sem exceção, devem saber manipular correta e adequadamente os diversos aparelhos de controle e contenção de fogo (extintores específicos) em casos de acidente de causa química ou elétrica.

13.3.2. Sanitários

A manipulação, acondicionamento temporário e descarte de resíduos tóxicos e contaminados dos setores devem ser acompanhados segundo recomendação técnica da Instituição e/ou órgão responsável no município, cidade ou estado.

O resíduo final é responsabilidade da Unidade que a produziu e que deve estar preocupada em informar sobre o tipo de resíduo gerado no estabelecimento e solicitar apoio à autoridade pertinente no âmbito do município, cidade ou estado, segundo Resolução nº 5 de 05/08/1993 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Os lixos / resíduos tóxicos e infectantes devem ser sempre tratados com cuidado e devidamente rotulados com a respectiva data de sua produção.

13.4. Riscos Químicos

As áreas de produção industrial trabalham com drogas tóxicas em quantidades maiores e em tempos de exposição prolongados, gerando nuvens tóxicas, das quais as mais preocupantes são as nuvens ácidas, além das fumaças nos ambientes tóxicos. Nos países mais desenvolvidos há um controle acirrado onde trabalhadores e cidadãos expostos numa determinada área são conduzidos a exames de rotina e controle ambientais freqüentes obrigatórios. A utilização de dispositivos de proteção individual e coletiva é obrigatória e fiscalizada pelos responsáveis dos setores de risco.

Nos laboratórios de pesquisa, a exposição a drogas é seletiva e nem sempre é intensa ou constante, o que leva os técnicos a desobedecerem às regras mais exigentes de forma irreverente na maioria das vezes.

Listaremos a classificação de risco químico americano e europeu e mais adiante serão listadas as drogas mais comumente utilizadas nos ambientes de laboratórios de pesquisa bem como seus riscos e efeitos.

13.4.1. Classificação de Riscos Químicos

Para a recomendação da proteção indicada para os riscos químicos, as empresas disponibilizam produtos com base na classificação de riscos. A classificação americana contra agentes químicos tóxicos é divulgada com base na agência de proteção do meio ambiente, órgão americano envolvido na proteção do trabalhador EPA (Environmental Protection Agency - Agência de Proteção Ambiental) que, através de um manual, definiu quatro níveis de proteção - A, B, C e D - contra agentes químicos tóxicos. Os níveis variam do menor (nível D) para o maior (nível A). Já pela classificação européia, há 6 níveis de proteção, que variam do tipo 1 (maior nível de proteção) ao tipo 6 (menor nível de proteção).

Níveis de proteção estabelecidos pelo EPA (Environmental Protection Agency) – EUA

- ▶ **Proteção Nível A** - nível máximo de proteção; é indicado quando ocorre o grau máximo possível de exposição do trabalhador a materiais tóxicos. Assim, é necessária proteção total para a pele, para as vias respiratórias e para os olhos.

Recomenda-se a proteção de nível A:

- após mensuração - quando se observar a liberação de alta concentração atmosférica de vapores, gases ou partículas;
- em locais de trabalho ou trabalhos envolvendo um alto risco potencial para derramamentos, imersão ou exposição a vapores, gases ou partículas de materiais que sejam extremamente danosos à pele ou possam ser por ela absorvidas;
- possibilidade de contato com substâncias que provoquem um alto grau de lesão à pele;
- em operações que devam ser executadas em locais confinados e/ou pouco ventilados, onde exista a presença de materiais tóxicos.

Os equipamentos para proteção de nível A:

- pressão positiva, proteção facial total através de capuz que permita utilização de tanques de ar autônomos ou suprimento de ar externo que permita manter pressão positiva;
- roupa totalmente encapsulada para proteção química;
- luva externa e interna com proteção química;
- botas resistentes a químicos;
- outros componentes opcionais que se considerem necessários e adequados.

- ▶ **Proteção nível B** - nível alto de proteção; requer o mesmo nível de proteção respiratória que o nível A, porém um nível menor para proteção da pele. A grande diferença entre o nível A e B é que o nível B não exige uma roupa de proteção totalmente encapsulada para proteção contra gases/vapores. O nível B é uma proteção contra derramamento e contato com agentes químicos na forma líquida. As roupas de proteção para esse nível podem ser apresentadas de duas formas: encapsulada ou não-encapsulada.

Recomenda-se a utilização de equipamentos de proteção do nível B:

- na presença de concentrações químicas de certas substâncias que possam colocar em risco a vida de pessoas, através de inalação, mas que não representem o mesmo risco quanto ao contato com a pele;
- em atmosfera que contenha menos que 19,5% de oxigênio ou na presença de vapores não totalmente identificados, mas identificados em instrumentos de medição de vapores com leitores de vapores orgânicos. No nível de proteção B, esses vapores não devem ser encontrados em quantidade suficiente para lesarem a pele ou serem absorvidos por ela.

Equipamentos para o nível de proteção B:

- proteção respiratória semelhante ao nível A;
 - capuz resistente a químicos (totalmente encapsulado ou não-encapsulado);
 - macacões quimicamente resistentes;
 - luvas internas e externas;
 - botas resistentes a químicos.
- ▶ **Proteção Nível C** - nível médio de proteção. No nível C de proteção, exige-se menor proteção respiratória e menor proteção da pele. A grande diferença entre o nível B e C é o tipo de equipamento respiratório exigido.

Utilizar o nível de proteção C quando:

- os contaminantes presentes na atmosfera, derramamento de líquidos ou outro tipo de contato direto com a pele não têm poder para lesar a pele ou serem absorvidos por ela;
- os tipos de contaminantes foram identificados, as concentrações foram medidas, a ventilação e purificação do ar são suficientes para remover os contaminantes e todos os critérios de purificação de ar estão em ordem.

Equipamentos que devem ser utilizados:

- respirador total ou parcial, com purificador de ar;
 - macacões quimicamente resistentes ou roupas com duas peças (jaqueta e calça);
 - luvas quimicamente resistentes;
 - botas quimicamente resistentes.
- ▶ **Proteção nível D** - menor nível de proteção

Para o nível D, exige-se o menor nível de proteção respiratória e de proteção para a pele. É a menor proteção possível quando há manipulação de qualquer agente químico.

Usar o nível de proteção D quando:

- a atmosfera não contenha produtos químicos;
- o trabalho não implique nenhum contato com derramamentos, imersões ou inalações inesperadas com qualquer produto químico.

Equipamentos que devem ser utilizados:

- macacões ou conjuntos de jaqueta e calça;
- botas quimicamente resistentes;
- óculos de proteção;
- outros componentes opcionais.

Classificação Européia quanto a roupas de proteção química

Através de Comitê de Padronização de Produtos para o Mercado Comum Europeu, foram estabelecidas classificações para as roupas de proteção química. Essa classificação apresenta 6 níveis de proteção que variam do Tipo 1 (maior nível de proteção) ao Tipo 6 (menor nível de proteção).

- ▶ **Tipo 1** - mais alto nível de proteção. Indica a utilização de vestimentas de proteção contra gases.
- ▶ **Tipo 2** - alto nível de proteção. Indica a utilização de vestimentas de proteção, exceto para gases
- ▶ **Tipo 3** - nível médio de proteção. Indica a utilização de vestimentas de proteção contra líquidos.
- ▶ **Tipo 4** - nível regular de proteção. Indica a utilização de Vestimentas de proteção contra respingos.
- ▶ **Tipo 5** - baixo nível de proteção. Indica a utilização de Vestimentas de proteção contra partículas.
- ▶ **Tipo 6** - mais baixo nível de proteção. Indica a utilização de Vestimentas de proteção contra leves respingos.

Vários *sites* e páginas relacionadas com setores do Governo norte-americano, encontrados na Internet como a OSHA, referem-se a cuidados exigidos e recomendados, desde 1988, além das condutas médicas de trabalhadores relacionadas com vários produtos químicos. O modelo que trazemos neste capítulo baseia-se na adequação e uso do formaldeído.

- ▶ O programa de treinamento conduzirá o trabalhador a entender e seguir as regulamentações da folha de dados de segurança.
- ▶ todo o material que liberar níveis de formaldeído acima de 0.5 ppm deverá conter o código adequado e recomendado por lei. Deverá incluir cuidados por causar sensibilização respiratória e deverá conter as palavras “perigo potencial de câncer”
- ▶ no mínimo, a especificação de perigo à saúde deverá estar indicada: câncer, irritação e sensibilização da pele e do sistema respiratório, olhos e irritação da garganta, toxicidade aguda.
- ▶ Deve ser tema de requerimento de comunicação de risco quando houver gás formaldeído, ou todas as misturas ou soluções contendo mais que 0,1 % de formaldeído e materiais capazes de liberar formaldeído no ar sob condições de uso, com capacidade de previsão de concentrações iguais ou superiores a 0,1 ppm.
- ▶ O empregador deve fazer um exame, com questionário médico, prévio ao início do emprego onde a exposição ao formaldeído esteja no nível ou superior ao nível STEL, com indicativo de sinais e sintomas analisados. No exame devem estar descritas informações sobre a história de trabalho, fumo ou qualquer evidência de irritação ou problemas respiratórios crônicos, alergia e dermatite.

- ▶ A determinação do médico será baseada na avaliação do questionário e dirá se o empregado deverá utilizar respiradores para reduzir a exposição ao formaldeído.
- ▶ Sob recomendação médica, o empregador deverá remanejar o trabalhador que estiver com comprovada sensibilização dos olhos ou das vias aéreas superiores ou respiratória, irritação ou sensibilização dérmica resultante de exposição a formaldeído.
- ▶ Deverá ser comunicado ao médico quando houver irritação ou sensibilização de pele e do sistema respiratório, dispnéia ou irritação dos olhos.
- ▶ Exames de laboratório devem ser analisados comparando os testes de função pulmonar anuais. No mínimo, estes testes devem consistir de capacidade vital forçada, volume expiratório forçado em um segundo e fluxo expiratório forçado.
- ▶ O exame deve incluir uma história médica com ênfase em problemas respiratórios superior e inferior, alergia, reação ou hipersensibilidade, ou ainda qualquer evidência de irritação nos olhos, nariz e garganta.
- ▶ Diferem casos em que há sensibilização e irritação dérmica quando a condição ambiental contém menos que 0,05% de formaldeído.
- ▶ Se os sinais e sintomas não desaparecerem ou não diminuírem com uso de cremes, luvas, ou adição de equipamento de proteção individual no período de duas semanas, o empregado deverá ser examinado cuidadosamente por um novo médico selecionado pelo empregador. O médico poderá presumir, salvo evidências contrárias, que a sensibilização dérmica ou irritação não é atribuída a exposição à área que contém menos de 0,1% de formaldeído.
- ▶ Proteção de corpo completa deve ser utilizada quando se entra em áreas de concentrações que excedem 100 ppm ou em casos de emergências em áreas de concentrações desconhecidas.
- ▶ O empregador e o profissional devem conhecer e respeitar os limites de exposição permitida (PEL, Permissible Exposure Limit) bem como o limite de exposição de tempo curto (STEL, Short Term Exposure Limit). Nenhum empregado deverá estar exposto a uma concentração de formaldeído que exceda 0,75 ppm como em um período de 8 horas. Ou ainda que exceda 2 ppm de formaldeído de 15 minutos.

Como os laboratórios de ciências da saúde e biológicas manipulam várias substâncias e compostos químicos, aqui citaremos os mais comuns e em alguns casos comentaremos os de maior utilização.

Num laboratório, considera-se de responsabilidade do profissional todo o processo desde a abertura da embalagem até o seu descarte, bem como o destino do resto de reação ou do produto final. O profissional deve informar-se antecipadamente sobre os riscos pessoais e coletivos, sintomas agudos e crônicos durante o trabalho, além das características do composto, quanto a sua estabilidade, volatilidade, decomposição, polimerização e as formas de tratamento em situação de primeiros-socorros.

Serão comentados aqui alguns tópicos sobre cuidados com manipulação das drogas mais utilizadas em metodologias específicas de laboratórios de pesquisa e de diagnóstico. Os laboratórios que trabalham com agrotóxicos, piridinas, amianto, solventes orgânicos, organofosforados e benzeno devem realizar freqüentemente um mapeamento de risco com a medição do oxigênio ambiental e exigir o controle biológico e clínico do trabalhador e, a depender do porte do estabelecimento e da sua atividade, de moradores dos arredores da unidade de trabalho. O risco está sempre associado à freqüência de uso e às condições de exposição (concentração, dose, susceptibilidade) à droga. Os efeitos

tóxicos, carcinogênicos, teratogênicos e mutagênicos devem ser sempre cuidadosamente calculados e evitados.

Todos os solventes inorgânicos (álcoois, ácidos e álcaes) e orgânicos (fenol, tolueno / toluol e o xileno / xilol) devem ser manipulados com proteção adequada e em capela com sistema de exaustão. E em alguns casos recomenda-se a utilização de máscara com filtro seletivo (ex.:de carvão ativado). Os solventes orgânicos devem sempre inspirar maior cuidado por sua impureza com benzenos (altamente nefrotóxicos, podendo induzir aplasia medular e em casos mais extremos o aparecimento de câncer). O risco químico conforme explicaremos mais detalhadamente em outra oportunidade varia conforme a susceptibilidade do indivíduo, a frequência de exposição, a dose e a concentração do produto químico.

A maioria dos acidentes ocorre por ignorância, descuido, descaso, pressa e condições precárias de trabalho. E indiscutivelmente a reatividade entre os compostos manipulados deve sempre ser avaliada antecipadamente.

Os Dispositivos e Equipamentos de Proteção Individual (DPI e EPI) que algumas instituições denominam como proteção pessoal tais como o avental (guarda-pó ou jaleco), luvas apropriadas e especiais para cada tipo de produto, protetor facial e auricular, máscara, óculos etc, e os Dispositivos ou Equipamentos de Proteção Coletiva (DPC e EPC) como câmara de exaustão, fluxo laminar, sinalizações, materiais e sistemas de limpeza e descontaminação devem ser recomendados, exigidos e fiscalizados pelos responsáveis pelos setores internos de trabalho. Alguns exemplos são descritos e detalhados abaixo.

Nos capítulos 13 e 16, respectivamente, "Primeiros-socorros e Segurança em Ambientes de Laboratórios" e "Modelo de Manual de Biossegurança para Laboratório", os autores abordam os principais riscos e tipos de acidentes, bem como os primeiros-socorros que têm sido recomendados para algumas das drogas e compostos químicos mais utilizados em laboratório de diagnóstico e pesquisa.

- ▶ **Acrilamida** - é neurotóxica e deve ser manipulada com cuidados especiais de máscara, proteção ocular e luvas. Ao terminar sua utilização recomenda-se sua polimerização prévia ao descarte. Nunca deve ser desprezada na pia ou lixo de descarte em forma líquida.
- ▶ **Actinomicina D** - antibiótico que inibe a transcrição do DNA intercala-se entre dois pares, deformando o molde e impedindo a ação da polimerase.
- ▶ **Álcool etílico** - como outros álcoois, deve ser diluído para que não atue como fixador.
- ▶ **Azida sódica** - utilizada como preservante, conservante. Bloqueia a cadeia respiratória e em contato direto irrita e queima a pele e a mucosa.
- ▶ **Beta-mercaptoetanol ou 2 mercapto-etanol** - é um agente redutor e deve ser manipulado em capela de exaustão.
- ▶ **Brometo de etídio** - como outros compostos utilizados como corantes fluorocrômicos (iodeto de propídio), nunca deve ser aquecido a uma temperatura superior a 60° C por se seu caráter carcinogênico. É mutagênico devido a sua capacidade de associar-se as cadeias dos ácidos nucléicos (intercalando-se ao DNA e associa-se ao RNA). No término de sua utilização deve-se inativá-lo quimicamente para que perca a sua capacidade de interação com os ácidos nucléicos (ver método no apêndice).

- ▶ **Detergentes** - em geral, irritam as mucosas e a pele pela capacidade de solubilizar as proteínas da membrana celular e desengordurar a pele, retirando a sua proteção natural. Deve-se utilizar detergentes neutros para limpeza do material de laboratório e material hidratante para a pele no final do expediente.
- ▶ **Iodeto de propídio** - como outros compostos utilizados como corantes fluorocrômicos (brometo de etídio), nunca deve ser aquecido a uma temperatura superior a 60° C por ser seu caráter carcinogênico. É mutagênico devido a sua capacidade de associar-se as cadeias dos ácidos nucléicos.
- ▶ **Mistura sulfocrômica** - corrosiva e cáustica, é utilizada para retirar produtos e restos de matérias orgânicas de vidraria; é oxidante e tóxica. Devido à presença de cromo IV é comprovadamente cancerígena. Recomenda-se atualmente sua substituição por solução aquosa 1:2 de ácido nítrico que pode ficar em contato com o material durante dois dias e posteriormente exige a lavagem com detergente e bastante água.
- ▶ **Nitrogênio líquido** - é utilizado na criopreservação, não deve ser transportado em recipientes comuns como garrafa térmica sem válvula de segurança. Os vapores podem resfriar e congelar as vias respiratórias em transportes civis pequenos de cabina especialmente se combinada por pessoal sem treinamento adequado.
- ▶ **Piridinas** - provocam lesões hepatorrenais e estão associadas ao surgimento de tumores malignos.
- ▶ **Rifampicina** - liga-se à subunidade beta da RNA polimerase dos procariontes; previne a iniciação da síntese de RNA.
- ▶ **Trisol** - utilizado na preparação e manutenção de material para dosagem de RNA, é cáustico e tóxico. Deve ser manipulado com precaução em lugar seguro de derramamento para evitar acidentes de queimadura na pele.

Situação atual sobre o uso de solventes orgânicos de difícil deliberação na condução de resíduos de descarte

A utilização de xilol começa a diminuir por causa do desenvolvimento de um produto que o substitui na preparação de trabalhos em técnicas histológicas e histopatológicas, com as características de solubilidade em parafina.

A utilização de solventes orgânicos tóxicos na preparação do líquido de cintilação para leitores ou contadores de radioatividade de emissão beta vem sendo minimizadas pela substituição de uma leitura moderna e inteligente que não utiliza o líquido de cintilação preparado com compostos aromáticos de difícil descarte e alto grau de contaminação ambiental.

As drogas devem ser manipuladas com os equipamentos de proteção individual e coletiva: luvas especiais (resistentes ao material específico de trabalho), máscara, óculos, protetor facial, jaleco, cabina ou câmara de exaustão. Os frascos devem permanecer limpos por fora, os rótulos devem sempre estar intactos e visíveis, a área circunvizinha e o local de manipulação devem ser mantidos livres de contaminação.

Cuidados especiais são recomendados no uso de compostos químicos explosivos:

- ▶ Os nitritos explodem ao menor impacto; portanto não devem entrar em contato com o cobre, por exemplo, no esgoto ou nos encanamentos.
- ▶ O ácido pícrico é altamente explosivo e deve ser manipulado com extrema precaução, pois detona com calor e impacto mecânico.

- ▶ Os compostos químicos voláteis não devem ser armazenados na geladeira de uso doméstico devido ao gás que é liberado e pode reagir com o material volatilizado em ambiente fechado, podendo causar uma explosão.
- ▶ Os recipientes contendo compostos gasosos utilizados em laboratório necessitam estar presos à parede ou a uma bancada sólida por medida de segurança.

Gases Comprimidos e Gases Liquefeitos

- ▶ Deve-se identificar as portas das salas onde são armazenados os gases inflamáveis. Não deve haver na mesma sala mais de um tipo de gás.
- ▶ Os cilindros contendo gás comprimido devem estar presos à parede ou acorrentados a um banco sólido, como precaução contra um acidente.
- ▶ Os botijões / bujões de gás não devem ser guardados nas imediações de equipamentos elétricos e de fontes de calor, como radiadores, chamas de fogo, calor e luz do sol.
- ▶ A válvula de alta pressão deve ser desligada quando o equipamento não estiver em uso e quando a sala estiver desocupada.
- ▶ Os botijões / bujões de gás comprimido devem ser transportados tampados e sobre um carrinho.
- ▶ Os botijões / bujões descartáveis não devem ser incinerados.
- ▶ Tipos de extintores de incêndio e sua utilização – devem ser observados e adequados à necessidade da área e todos os membros do setor devem conhecer os sistemas que serão descritos de forma breve. Os extintores à base de água devem ser utilizados em incêndios de papel, objetos de madeira; os extintores a base de CO₂ / pó seco devem ser utilizados em incêndios de líquidos e gases inflamáveis e fogo de origem elétrica; os extintores de metais álcalis, para fogo de origem elétrica e extintores de espuma, principalmente em líquidos.

13.4.2. Riscos Físicos

Os riscos ergonômicos estão associados à utilização de equipamentos inadequados, à postura inadequada, à má acomodação no posicionamento para a execução do serviço.

Entre os vários tipos de riscos em laboratório de pesquisa e de diagnóstico, encontram-se os de exposição à luz ultravioleta, de utilização de aparelhos e equipamentos e os de utilização de componentes radiomarcados.

13.4.3. Alguns Conceitos Relacionados à Proteção e Biossegurança

Fundamentação da formação de Aerossóis – importante na dispersão e aumento de risco

Os aerossóis, caracterizados por partículas ultrapequenas de líquido ou soluções dispersas em gás, são formados e liberados, por exemplo, por diferença de temperatura ou de pressão de forma abrupta.

A preocupação com os aerossóis refere-se basicamente ao processo fundamental de impacto, sedimentação e difusão das partículas geradas. A deposição ou absorção de aerossóis nas mucosas e na pele, que facilitam a sua absorção no organismo e incorporação, varia com o tamanho, forma, carga e higroscopicidade da partícula. Não

serão discutidos aqui os mecanismos de condução aérea e os processos gerados de defesa inata para "clearance", limpeza alveolar ou mucociliar, nem a dissolução das partículas em meios enzimáticos inespecíficos nas secreções da pele e mucosas, ou ainda mecanismos de defesa específica deflagrados pelo sistema imune.

A simples agitação de um recipiente contendo uma dada solução pode ocasionar a formação de aerossóis. Outros exemplos mais específicos são comentados abaixo.

Conforme descrito por Gilchrist (1999) e com base em Wells (1955) o tempo de evaporação e distância de queda vertical das gotículas de aerossóis variam de acordo com o diâmetro da partícula:

Tabela 13.1

DIÂMETRO DA MICRO GOTÍCULA (MICRÔMETRO)	TEMPO DE EVAPORAÇÃO (SEGUNDOS)	DISTÂNCIA DE QUEDA EM PÉS (MOVIMENTO VERTICAL) (ANTES DA EVAPORAÇÃO)
200	5,2	21,7
100	1,3	1,4
50	0,31	0,085
25	0,08	0,0053

O *Serratia Marcescens* é um bacilo gram negativo causador comum de colonização e infecção nosocomial, geralmente descrita como doença respiratória resistente a antibióticos. Exemplificamos o caso de infecção divulgado no Brazilian Journal Infectious of Disease, ocorrido na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal de Uberlândia entre dezembro de 1997 e abril de 1998, em que o bacilo causou infecção, com diferentes quadros como conjuntivite, infecção do trato urinário e septicemia, em 53 crianças, resultando em quatro casos fatais.

Durante a preparação deste Capítulo, buscamos informações sobre aerossolização e encontramos vários estudos nas diversas atividades e técnicas laboratoriais; mencionaremos algumas, como o estudo com *Serratia Marcescens*, descritas por Kenny e Sabel (1968) que foram discutidas em alguns livros-textos. Entre os vários exemplos, selecionamos alguns estudos, devido a importância deles no aspecto de formação de aerossóis.

Aerossolizações geradas em técnicas laboratoriais com *Serratia marcescens*

Tabela 13.2

OPERAÇÃO / PROCEDIMENTO TÉCNICO	NÚMERO DE COLÔNIAS VIÁVEIS POR AMOSTRA EM PÉ CÚBICO DE AR	DIÂMETRO DA PARTÍCULA (MICRÔMETRO)
Homogeneização da cultura		
Pipeta	6	3,5
Vórtex	0	0
Fluxo	9,4	4,8
Agitador / blender		
Cheio	119	1,9
Semi cheio	1500	1,7
Ultra-som	6,0	4,8

(continua)

Tabela 13.2 (continuação)

OPERAÇÃO / PROCEDIMENTO TÉCNICO	NÚMERO DE COLÔNIAS VIÁVEIS POR AMOSTRA EM PÉ CÚBICO DE AR	DIÂMETRO DA PARTÍCULA (MICRÔMETRO)
Culturas liofilizadas		
Abertura cuidadosa	134	10
Quebra e ruptura	4838	10

(conclusão)

Rutala e colaboradores (1995) avaliaram, como estratégia para o controle e prevenção da contaminação nosocomial de doenças como a tuberculose, a utilização de unidades portáteis de filtração de HEPA e sua capacidade de remover partículas aerossolizadas. O estudo foi realizado com óleo mineral aerossolizado na faixa de 0.3 to 5.0 micra de 10 a 20 vezes como níveis basais de partículas normais, mostrando uma eficiência de 90% na remoção de partículas (maior ou igual a 0.3 micra) num tempo variando de 5 a 6 minutos e para um nível mais alto de eficiência variou de 18 a 31 minutos, comparado ao não filtrado que tardou 171 minutos.

Segundo Parks e colaboradores (1996) o filtro de membrana de gelatina, usado no sistema MD8 de amostragem biológica de ar, foi capaz de coletar aerossóis dispersos entre 0.7 e 1.0 micra, mostrando sua adequação para monitorar locais críticos como estações de fluxos laminares.

O grupo liderado por Willeke e Ulevicius (1996) do Departamento de Saúde do Meio Ambiente da Universidade de Cincinnati, Estados Unidos, investigou a eficiência de máscaras cirúrgicas e de respirador para poeira, verificando a penetração de bactérias de diferentes formas, tamanhos aerodinâmicos e faixas de fluxo. A comparação da penetração bacteriana foi realizada com partículas de óleo esféricas do mesmo diâmetro aerodinâmico testadas em algumas diferentes condições, simulando bactérias de formas esféricas alongadas e circulares. O grupo enfatizou a necessidade e o cuidado referente à especificação da eficiência que está relacionada com a forma e tamanho da partícula a ser retida, filtrada.

Outro estudo interessante que selecionamos foi o descrito por Ko e colaboradores (2000), ao estudarem aerossóis de *Serratia Marcescens* e de *Mycobacterium Bovis* Bacilo Calmet Guerin (BCG) para avaliar o efeito da umidade relativa, construída em uma câmara, sobre o tamanho da partícula aerossolizada e a sensibilidade à irradiação ultravioleta germicida de 254nm em determinados tempos. A viabilidade foi quantificada e foram observadas doses variando numa faixa de 57-829 $\mu\text{W sec/cm}$. O percentual de sobrevivência de ambos microorganismos foi inversamente relacionado com a dose de UV. *Serratia marcescens* foram mais sensível que o BCG em todas as variáveis e mais de 95% das partículas de aerossol foi entre 1.1-4.7 μm de diâmetro aerodinâmico e partículas de tamanhos maiores de baixa (25-36%) a alta (85-95%) umidade relativa. O diâmetro mediano contado foi numa faixa de 1.9-2.6 μm para *Serratia Marcescens* e de 2.2-2.7 μm para BCG quando se aumentou a umidade. Para ambos, a resistência a UV aumentava quando aumentava a umidade relativa. Concluíram com este experimento que o tipo de microorganismo, o tamanho da partícula do aerossol e a umidade afetam a susceptibilidade do microorganismo ao UV.

Todos os cuidados e detalhamento de prevenção e normas de Biossegurança foram estabelecidos pelo grupo das diversas agências e CTNBio internacionais mediante a análise de:

- agentes causais reservatórios;
- porta de saída do agente do reservatório;
- modo de transmissão;
- porta de entrada no hospedeiro;
- susceptibilidade do hospedeiro;
- resistência a tratamento e/ ou inexistência do tratamento.

Sobre as portas de entrada e de saída dos agentes físicos e químicos:

- mucosas expostas (conjuntiva do olho);
- cavidade oral;
- cavidade respiratória;
- sistema genito-urinário;
- sistema digestivo.

Especial atenção deve ser dada a rachaduras e lesões na pele (desde pequenos furos e cortes, a lesões maiores).

Base bioquímica e fisiologia das lesões e rupturas da proteção natural

A pele apresenta camadas que servem como revestimento de proteção e permitem que sejam realizadas as funções de proteção:

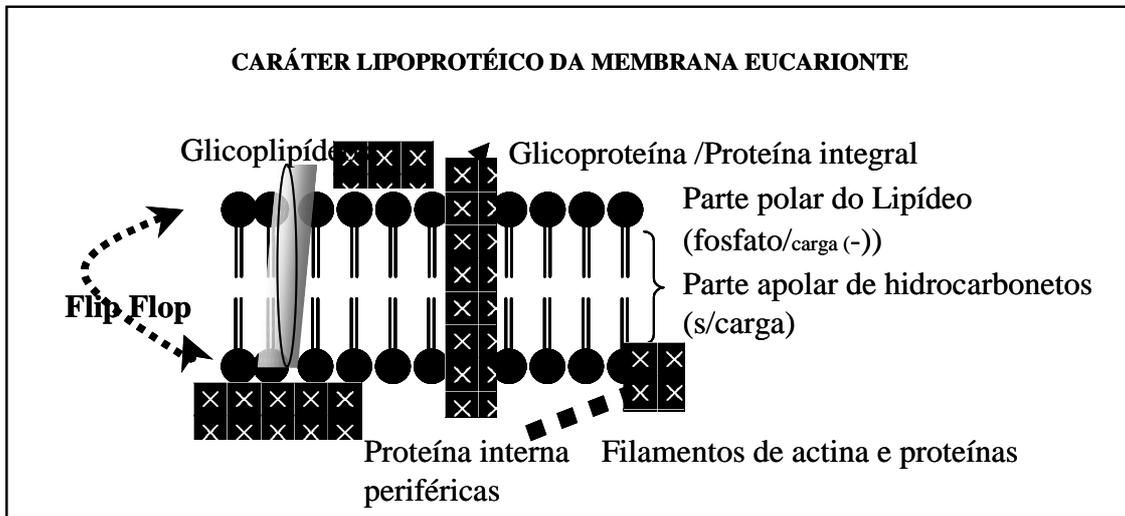
- ▶ **Epiderme** - Camada superficial e mais externa, principal responsável pela proteção da pele. Nela está contida a camada córnea, composta de células mortas, que oferece barreira contra agentes externos agressivos e apresenta glândulas, folículos e anexos.
- ▶ **Derme** - Camada intermediária, responsável pela sustentação. Nela encontram-se vasos sanguíneos, nervos e terminações nervosas, glândulas sebáceas e outros componentes. Quando a epiderme é danificada, a derme fica exposta, ocasionando dor e possíveis sangramentos.
- ▶ **Subcutânea** - Camada mais interna, onde está localizada a reserva de gordura utilizada em eventuais necessidades calóricas. Essa reserva também pode atuar como um amortecedor para os órgãos internos contra choques externos

O papel do tecido epitelial de revestimento (da pele e das mucosas), com função física de proteção e barreira, em condições normais de integridade, caracteriza-se pela ligação intercelular de conexões e junções fortes e estáveis, além de secreção de componentes protéicos, sebáceos e mucosos. No tecido íntegro, as junções celulares mediam e regulam a passagem de determinados ions e pequenas moléculas de uma célula a outra, dificultando e selecionando a passagem de substâncias nas células e no tecido.

A composição lipoprotéica da membrana plasmática eucarionte de mosaico fluídico, com sua diminuta espessura (estrutura trilamelar de 7 a 10 nm de espessura, observada apenas por microscopia eletrônica), facilita a penetração de substâncias lipossolúveis mais do que as hidrossolúveis. A existência de microporos, canais e portões protéicos que são os responsáveis pelo trânsito de compostos pela membrana, é fundamental e sabe-se que os lipídios podem difundir-se sobre a hemicamada mais rapidamente do que utilizando o mecanismo "flip-flop" da membrana, que necessita de energia e tempo para a inversão da molécula da camada mais externa à outra mais interna da membrana em

contato com o citoplasma (figura abaixo). As Proteínas integrais ou superficiais (glicocálce) podem servir como receptores inespecíficos que se ligam a produtos acoplados a carreadores ou como receptores específicos e especializados.

Figura 13.1



A proteção da barreira tecidual impede a penetração de alguns patógenos e de componentes químicos; e conseqüentemente a infectividade de um patógeno e a toxicidade de uma determinada substância é limitada até certo ponto. A integridade de membrana e de tecido pode ser quebrada quando a estrutura de membrana é atravessada apenas por uma lesão local na célula e no tecido. A utilização ilimitada de álcoois e detergentes retiram a capa de gordura natural da pele, facilitando e promovendo a formação de rachaduras e lesões, agravada com cortes e escarificações da pele, o que favorece a formação de solução de continuidade, comum em caso de pessoas com lesões por hipersensibilidade a determinados produtos químicos. Neste caso recomenda-se a utilização de dupla luva.

A fotomedicina – estuda os efeitos somáticos das radiações não ionizantes bem como seus efeitos terapêuticos. Conforme revisa Fridan, D. e colaboradores (1995), a penetração de um determinado comprimento de onda de radiação não-ionizante depende da interação entre sua energia fotônica e a natureza das ligações químicas entre as moléculas que se encontram ao longo de sua trajetória. Fótons menos energéticos podem penetrar mais do que os de maior energia; um exemplo são os fótons de luz vermelha (aprox. 700 nm de energia 2eV) que podem chegar ao tecido subcutâneo, enquanto que as radiações ultravioleta (UV) de 260 nm (5eV) não atingem a derme. A UVA (400-320 nm) utilizada para a terapêutica de psolarenos; a UVB = 320-290 nm é utilizada com boa eficiência na osteogênese (atua na conversão de vit.D em D1) com pigmentação e formação de eritema; e a UVC = 290-200 nm tem ação lesiva e é considerada um germicida muito bom.

As moléculas de DNA absorvem mais intensamente a radiação UV entre 240 – 280 nm (UVC). A aproximadamente 254 nm, o DNA absorve 1,3% da energia fotônica justificando assim a vulnerabilidade celular que se observa por apresentar efeitos nas bases nitrogenadas (púricas e pirimidínicas), na desoxirribose (pentose) e fosfato, além das cadeias polinucleotídicas. A frequência da fotoadição de um aminoácido e/ou bases nitrogenadas a proteínas ou ácidos nucléicos cresce à medida que a dose de exposição é aumentada.

A radiosensibilidade é diretamente proporcional a sua massa molecular. Sobre as proteínas, dependendo dos três cromóforos (aminoácidos aromáticos, ligações peptídicas e as pontes dissulfeto), a ação das UV pode variar. Os aa mais freqüentes são a cistina, o triptofano, fenilalanina, e a tirosina; sendo todas elas de elevada absorvência.

Pode ocorrer uma inativação da proteína ou a ruptura de certas ligações ou a conversão de certos aminoácidos (cistina em alanina ou cisteína/ triptofano em ácido aspartico/ histidina em histamina, como nas reações biológicas com eritema). Pode levar a desaminação, perda de grupamento sulfidril ou a adição de radicais hidroxila (OH) na estrutura protéica.

Os outros efeitos observados são modificação na solubilidade, do coeficiente de viscosidade, na termossensibilidade, nas propriedades ópticas e antigênicas e uma perda de atividade enzimática.

Um exemplo típico de modelo experimental utilizando uma luz UVC – 290 a 200 nm /5eV propicia um incremento da quebra de DNA com a 5-bromouracila em presença de UVC (remove a pentose e conseqüentemente causa a ruptura da CP); e em moléculas de DNA de simples cadeia apresentam deslocamento do pico de absorção de 260 para 240 nm.

13.4.4. Bases de estudo da fotolesão de cadeias protéicas, polinucleotídicas, bases nitrogenadas, desoxirriboses, RNA e DNA

O DNA está sujeito a alterações químicas por exposição a radiações ricas em energia. A radiação UV (200-400 nm) nas bactérias e nos seres humanos pode trazer uma base púrica ou pirimidínica a um estado excitado que pode levar a alterações covalentes na estrutura.

A maioria das lesões é reparada pelas células por meio de mecanismos enzimáticos específicos. A lesão por radiação UV pode ser reparada por deleção de resíduos excessivos de pirimidínica numa fita de DNA por ação da “endonuclease UV” - bibliografias relatam experimentos envolvendo bactérias irradiadas e células humanas expostas a luz solar não filtrada. Em pacientes com xeroderma pigmentoso (reparo genético defeituoso), as lesões ocorrem e observa-se uma extrema sensibilidade a luz solar, tornando a pele seca e espessa uma vez que as células proliferam anormalmente (Lehninger, 1998).

Segundo Fridan e colaboradores (1995), os efeitos da luz UV variam de acordo com o material exposto como descreveremos:

- ▶ **Nas cadeias polinucleotídicas (CP).** Ao contrário da radiação ionizante, a UV não é capaz de promover a quebra das cadeias em quantidades significativas, ocorrendo o evento na ordem de 1 em cada 1000 ligações simples.

Em células cultivadas em presença de 5-bromouracil (análogo estrutural da timidina), as quebras de cadeias polinucleotídicas ocorrem com frequência elevada, aumentando a sensibilidade celular a UV. Neste caso a UV promove a ejeção de um átomo de bromo com a produção de um radical livre uracil, que removendo o H da molécula pentose (desoxirribose) a desloca induzindo à quebra da cadeia polinucleotídica.

- ▶ **Nas Bases Nitrogenadas e nas bases púricas (A e G).** Apesar de sua elevada absorvência para a UVC, são cerca de 10 vezes mais fotorresistente do que as pirimidínicas (T e C). Acredita-se que a energia fotônica absorvida seja transferida para as pirimidinas ou ligações fosfo-di-éster. Purinas irradiadas com UV podem também

reagir com compostos orgânicos celulares, sendo estas adições provavelmente de grande importância.

- ▶ **Nas bases pirimídicas (T e C).** São cromóforos eficientes, constituem o principal sítio de fotolesões por apresentar sua ligação não saturada entre os carbonos 5 e 6, associando os dímeros de pirimidínica associados à inativação celular, mutagênese e neoplasias.

Pela união dos C5 e C6 de duas moléculas de pirimidina (geralmente T) formam isômeros diferentes contendo um anel ciclobutano. Pode ocorrer a hidratação das bases pirimídicas somente quando o DNA está em estrutura mono-catenária (cadeia simples) e é detectado fotometricamente pelo deslocamento do pico de absorção de 260 nm para 240 nm.

- ▶ **Nas desoxirriboses.** Como os açúcares não absorvem comprimento de onda superiores a 230 nm, apesar de serem 40% da massa total do DNA, não são significativamente importantes para as fotolesões. A remoção da pentose e conseqüente ruptura da CP ocorre apenas experimentalmente em células em presença de 5-bromo-uracil.
- ▶ **No RNA e nas proteínas.** No RNA em que a pentose é uma ribose e a base por ser a uracila em lugar da timina e muitas regiões de cadeias simples favorece a ocorrência de hidratação nas bases pirimídicas. Assim os fotoprodutos são análogos embora em diferente proporção de importância relativa ao DNA. O RNAt pode apresentar uma ligação covalente entre um C e o tiouracil (base anômala presente em alguns RNAt) o fotoproduto pode causar uma interrupção na divisão celular em cultura por algumas horas em cultura.

Estrutura das vias aéreas superiores e o seu comprometimento na exposição a agentes tóxicos agressores e microorganismos patogênicos.

O revestimento de mucosa respiratória que se encontra em estreito contato com a lâmina própria extremamente vascularizada e enervada, em situações de risco, permite a disseminação de agentes patogênicos sejam químicos ou biológicos.

Faremos uma revisão das vias aéreas baseada em livros-textos (Ross & Rowrell, Junqueira e Carneiro, Stevens & Lowe) onde a partir daí podemos fazer a conexão do sistema respiratório que, uma vez comprometido, facilita a entrada de agentes patógenos e sua disseminação para o sistema circulatório e nervoso.

O ar entra no sistema respiratório pelas narinas que se abrem para o exterior na frente da cavidade nasal. Na região externa o epitélio reveste o nariz como o resto da face. No interior das aberturas das narinas (o vestíbulo) o epitélio já não é queratinizado e passa a ser de mucosa com células cilíndricas, na sua maior parte pseudoestratificado colunar e em sua maioria células ciliadas o formam, sendo alternado pela presença de alguns pontos de tecido pavimentoso estratificado. Já são encontradas, na lâmina própria, células imunocompetentes, células mucossecretoras caliciformes com microvilos e células mioepiteliais basais além de numerosas glândulas serosas e mucosas. Muitas células serosas produzem lisozima, importante fator de defesa inespecífica para o organismo. O muco, outro exemplo de mecanismo de defesa inespecífica, que é secretado, é trazido pelos cílios no sentido da faringe onde é deglutido ou expectorado. A cavidade nasal é adequada para o aquecimento e umidificação do ar inspirado e para a captura de material particulado. A nasofaringe apresenta epitélio igual à das cavidades nasais, sendo prismático e pavimentoso, estratificado não queratinizado. A queratinização neste trajeto sempre é anormal e indica doença. O tecido linfóide associado a mucosa presente na nasofaringe, representada principalmente por vários nódulos e aglomerados de células imunocompetentes como a tonsila, examina amostras estranhas e antigênicas. No teto da cavidade nasal encontra-se a mucosa olfatória a qual, pela presença de células

receptoras olfatórias (neurônios bipolares), sente o odor e aspectos mais sofisticados do paladar.

O ar da nasofaringe em seu caminho para a traquéia passa pela região laringea onde se encontram músculos e cartilagens. A epiglote, cuja arquitetura apresenta uma cartilagem elástica revestida por mucosa, auxilia o impedimento da inalação de alimentos durante a deglutição juntamente com a laringe.

A via aérea continua pela laringe e estende-se para a traquéia, brônquios principais e bronquíolos. Nos bronquíolos, o epitélio ciliado cessa assim como as glândulas seromucosas, embora as células caliciformes persistam e encontrem-se células neuroendócrinas. Os bronquíolos podem ser terminais respiratórios, que desembocam em ductos para os vários alvéolos, que compõem os sacos alveolares. Há uma marcada presença de tecido linfóide associado aos brônquios (TLAB) assim como células neuroendócrinas.

Todo o tecido nesta região é composto por epitélio cúbico ciliado e músculos. Os sacos alveolares são compostos por macrófagos alveolares e pneumócitos e são formados por 200 a 600 milhões de alvéolos, perfazendo uma área de 70 a 80 m² para troca gasosa em cada pulmão. Os alvéolos são permeados por capilares onde a barreira hematoaérea possibilita a difusão do oxigênio da cavidade alveolar para o sangue através da sua ligação com a hemoglobina do eritrócito e através da difusão do dióxido de carbono do sangue para o ar alveolar.

13.4.5. Risco na Utilização de Aparelhos e Equipamentos Especiais

Os indispensáveis cuidados na manipulação de aparelhos ou equipamentos baseiam-se no princípio de seu funcionamento, cuidado do operador e condição e infra-estrutura do setor. Listaremos alguns dos cuidados e precauções que devemos ter ao desenvolver atividades com os seguintes aparelhos, dispositivos ou equipamentos:

- ▶ Agitadores magnéticos:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o volume mínimo para agitação do material;
 - realizar em recipiente de pequeno diâmetro e longo, se possível com lacre impermeável;
 - verificar a adequação do tamanho e forma do magneto na agitação;
 - não respirar sobre o tubo;
 - deixar repousar por alguns minutos antes de abrir o recipiente;
 - se possível, e quando necessário, deixá-lo funcionando dentro de uma câmara de exaustão ou fluxo laminar adequado;
 - verificar o sistema de resfriamento da amostra;
 - nunca tocar as soluções com as mãos;
 - desinfetar a ponteira e locais ao redor do procedimento com álcool (verificar o desinfetante recomendado para cada caso);
 - antes de abrir o material, deixar repousar para minimizar a formação de aerossóis;
 - não permitir o derramamento do material;
 - limpar arredores e bancada no final do experimento;
 - utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados.

- ▶ Agitadores de tubo (tipo vórtex individual, tipo pêndulo, tipo horizontal, rotatório/giratório):
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a velocidade da agitação;
 - fixar os tubos quando necessário;
 - verificar, se possível, em recipiente fechado;
 - antes de abrir o material, deixar repousar para minimizar a formação de aerossóis;
 - não permitir o derramamento do material;
 - em caso de quebra do tubo ou recipiente, proceder de acordo com o recomendado para o material a depender do risco de contaminação e de volatilização;
 - limpar arredores e bancada no final do experimento;
 - utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados.

- ▶ Autoclaves:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica e hidráulica;
 - verificar o nível de água;
 - verificar o funcionamento do manômetro e da marcação do tempo e pressão utilizados na esterilização;
 - esperar o resfriamento antes da abertura da tampa ou porta;
 - cuidar criteriosamente da utilização de material contaminado e sua separação de material não-contaminado;
 - ao desligar o aparelho, deixá-lo esfriar completamente antes de abri-lo. A diferença de temperatura durante a abertura abrupta possibilita a formação e liberação de aerossóis (risco em caso de falha da autoclavagem).

- ▶ Bico de Bunsen e aparelhos a gás:
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação de gás;
 - verificar o sistema e conectores de mangueira;
 - verificar vazamento;
 - não permitir a formação de aerossóis;
 - não utilizar com amostras potencialmente contaminadas com microorganismos patogênicos;
 - não utilizar próximo a compostos voláteis e explosivos.

- ▶ Bombas de vácuo:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema de manômetro e vacuômetro;
 - verificar o sistema de azeite e conectores de mangueira;
 - verificar o sistema dos recipientes no processamento para não haver vazamento dos líquidos.

- ▶ Botijões de gás:
 - ler a indicação do gás;

- ler o manual de instruções para uso adequado e riscos possíveis;
 - verificar a adequação da instalação;
 - verificar o sistema de manômetro e vacuômetro;
 - verificar o sistema de suporte do botijão;
 - verificar o sistema dos recipientes no processamento para não haver vazamento;
 - isolar a área da proximidade de sistemas de aquecimento;
 - deixar o botijão em área segura, se possível, com correntes para evitar a sua queda;
 - verificar a temperatura da área que não deve exceder a 100° e não deve conter mecanismos de chama e de faíscas ou fogo.
- ▶ Capelas de exaustão:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a eficiência do filtro exaustor (pode-se colocar uma folha de papel na posição horizontal abaixo do tubo de fluxo de ar para ver o funcionamento da exaustão);
 - verificar a posição adequada, na área externa, em situação de altura de saída e nas condições recomendadas nas normas vigentes;
 - caso necessário, utilizar os equipamentos de proteção individual: barreira de proteção para os olhos, luvas especiais e adequadas para o produto a ser manipulado;
 - deixar o material protegido até o final do procedimento;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante dentro da capela;
 - verificar a limpeza da área interna e arredores da manipulação;
 - verificar a limpeza do rótulo dos recipientes dos compostos químicos.
- ▶ Centrífugas:
- ler o manual de instruções antes de sua utilização;
 - receber as instruções e treinamentos necessários quando indicado;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a posição adequada dos tubos balanceados de forma equilibrada em arrumação antiparalela;
 - permanecer próximo durante os primeiros minutos de funcionamento e rotação da centrífuga;
 - indicar o nome e o local de permanência do usuário para o caso de eventual acidente no momento da utilização (em caso de o operador deixar temporariamente o local do procedimento);
 - caso necessário, utilizar os equipamentos de proteção individual: barreira de proteção para os olhos, luvas especiais e adequadas para o produto a ser manipulado;
 - deixar o material protegido até o final do procedimento;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante dentro da capela se necessário;
 - verificar a limpeza das caçapas e rotores, da área interna, externa e arredores do aparelho;

- durante a manipulação de produtos biológicos e químicos de risco, esperar alguns minutos para abrir a tampa interna e a porta de comunicação com o meio externo (na centrífuga refrigerada);
 - não utilizar tubos de vidro ou plástico que possam quebrar em alta rotação;
 - nunca abrir a porta/tampa enquanto estiver em rotação (ruptura e aerossóis ou gases voláteis - lesão no olho, pele de rosto e membros);
 - em caso de ruptura accidental de um tubo (observada com o ruído), deve-se esperar no mínimo 30 minutos para abrir a porta /tampa por causa do aerossol (operador utilizando máscara);
 - cobrir a área isolando-a temporariamente;
 - limpar com álcool a 70° (verificar o desinfetante indicado para o caso específico de agentes mais resistentes);
 - *Existem centrífugas com o sistema de vácuo acoplado para evitar, minimiza o escape de aerossóis. Há centrífugas com sistema de segurança de abertura de porta / tampa.
- ▶ Citômetro:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica e sistema de conexão de líquidos;
 - verificar o sistema de desinfecção antes e após o procedimento;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis (manoplas);
 - cuidado com a formação de aerossóis ao tomar a mostra;
 - cuidado com a ponta do coletor da amostra.
- ▶ Citômetro de fluxo:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica e sistema de conexão de líquidos;
 - verificar o sistema de desinfecção antes e após o procedimento;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis (manoplas);
 - cuidado com a formação de aerossóis ao tomar a amostra;
 - cuidado com a ponta do coletor da amostra.
- ▶ Condutímetro:
- verificar o sistema de instalação elétrica;
 - receber treinamentos necessários;
 - verificar a molaridade e concentração da solução testada para cuidados específicos.
- ▶ Contadores de radioatividade gama / beta:
- capacitar o técnico operador;
 - solicitar autorização de uso e realização da atividade;
 - ler o manual de instruções de cuidado e de funcionamento;
 - verificar a adequação e funcionamento do aparelho;
 - verificar a instalação elétrica ou bateria;
 - verificar a limpeza e descontaminação interna e nos arredores do aparelho;
 - utilizar luvas na manipulação do equipamento;

- utilizar a proteção adequada;
 - utilizar detector e contador de radiação dosímetro individual;
 - em caso recomendado, utilizar a blindagem exigida;
 - existem frascos / tubos adequados de polipropileno. Para líquido de cintilação, os de polietileno de alta densidade e vidro de borossilicato são recomendados;
 - existe o sistema de leitura para contagem de emissão de partículas beta que dispensa o líquido de cintilação (e, portanto não necessita de utilizar os produtos químicos tóxicos e cancerígenos como tolueno por exemplo).
- ▶ Criótomo:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação;
 - observar o sistema de refrigeração;
 - observar o sistema de gás e elétrico;
 - verificar a eficiência da navalha e porta navalha;
 - ter cuidado com o fio da navalha.
- ▶ Dispensadores e pipetadores, tituladores volumétricos:
- ler o manual de instruções;
 - observar o funcionamento do equipamento;
 - verificar a adequação da instalação elétrica ou carga da bateria;
 - não dispensar o volume abruptamente;
 - certificar-se de que haja algodão na parte superior da pipeta;
 - certificar-se de que o líquido não tenha contaminado o equipamento;
 - em caso de haver contaminação, desarmá-lo e proceder conforme instrução do fabricante e utilizar os dispositivos de proteção individual e coletiva;
 - cuidado com as gotas no fim do processo de pipetagem e transferência de volumes;
 - limpar a área de trabalho.
- ▶ Fontes de poder (para eletroforeses):
- ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema de amperagem e voltagem;
 - verificar a correta conexão de pólos positivo e negativo;
 - não permitir o superaquecimento do sistema conectado;
 - observar a voltagem aplicada e o tempo de conexão;
 - desligar o aparelho antes de desconectar a fiação dos pólos.
- ▶ Forno microondas:
- ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema de temperatura e intensidade;
 - observar o funcionamento para não haver superaquecimento ou perda do material;
 - nunca utilizar para produtos tóxicos, voláteis e carcinogênicos;
 - nunca colocar recipientes de metal para não fechar arco e produzir um curto-circuito;

- nunca tocar com a mão desprotegida o material recém-aquecido;
 - verificar a limpeza interna do aparelho;
 - existem aparelhos microondas com sistema de chaminé que devem ser utilizados dentro de câmara de exaustão para químicos.
- ▶ Homogeneizador (de safira sintética, porcelana, vidro ou metálico com ou sem manivela):
- verificar a adequação do homogeneizador;
 - verificar a adequação de acordo com o material a ser macerado ou homogeneizado;
 - verificar a resistência da pressão a ser empregada;
 - não tocar o produto com as mãos;
 - no sistema tipo *potter* verificar o êmbolo e pressão a ser exercida;
 - não permitir o derramamento do material;
 - não respirar sobre o material pulverizado;
 - verificar a adequação e cuidado com material que gere aerossóis;
 - limpar arredores e bancada no final do experimento após aguardar o tempo indicado para sedimentação dos aerossóis gerados;
 - utilizar os dispositivos e equipamentos de proteção individual e coletiva.
- ▶ Liofilizador:
- observar a adequação do sistema de liofilização;
 - observar a possibilidade de contaminação do material a ser liofilizado;
 - observar o risco biológico;
 - observar a relação volume de material congelado e a capacidade do recipiente (não deve ultrapassar 1/3);
 - observar se o material está devidamente congelado;
 - observar o sistema de refrigeração;
 - observar o sistema de gás;
 - observar o sistema de óleo;
 - observar o sistema de vácuo;
 - observar o sistema de conexão;
 - observar a chave do vácuo;
 - observar o sistema de aspiração e revestir, sempre que possível, a superfície do tubo ou recipiente que contém a amostra com "parafilm" e perfurá-lo;
 - em casos de acidente, limpar a área segundo recomendação das normas de biossegurança;
 - utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados.
- ▶ Microscópio de fluorescência:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a adequação da utilização do filtro barreira de proteção aos olhos do observador;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;

- verificar a limpeza, desinfecção e descontaminação da área circunvizinha ao equipamento onde se realizou o procedimento;

- ▶ **Microscópio:**
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;
 - verificar a limpeza, desinfecção e descontaminação da área circunvizinha ao equipamento onde se realizou o procedimento.
- ▶ **Micrótomo:**
 - ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação na instalação;
 - verificar a eficiência da navalha e porta navalha;
 - ter cuidado com o fio da navalha.
- ▶ **pHmetro**
 - verificar o sistema de instalação elétrica;
 - receber treinamentos necessários;
 - ao ajustar as soluções, ter cuidado com os ácidos e álcalis;
 - verificar a adequação do tipo de eletrodo e solução a ser ajustada e dosada;
 - trabalhar com ácido clorídrico em câmara, ou sistema ventilado, ou máscara e protetor de olhos;
 - verificar a molaridade e concentração da solução testada para cuidados específicos;
 - utilizar os dispositivos e equipamentos de proteção individual e coletiva recomendados.
- ▶ **Sistema de automação em imunodiagnóstico e sorologias:**
 - ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema revelação adequado;
 - verificar a eficiência do sistema para o trabalho a ser executado;
 - verificar o descarte do material;
 - utilizar luva e equipamento de proteção individual;
 - descartar o material utilizado em líquido descontaminante.
- ▶ **Sistema de capela ou fluxo laminar:**
 - ler o manual de instruções o tipo do fluxo recomendado;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema de lâmpadas germicidas;
 - certificar-se de que o interruptor da lâmpada de luz visível seja independente e separada da lâmpada de luz UV;
 - verificar a eficiência do filtro para o trabalho a ser desenvolvido e executado;
 - verificar a adequação do sistema vertical ou horizontal no tipo de trabalho a ser realizado;
 - verificar a necessidade de a saída do filtro ser na sala de preparação ou externa;
 - verificar a eficiência e duração média da lâmpada UV;

- verificar a eficiência e duração média do sistema de filtro de ar;
- a limpeza e descontaminação e certificado de funcionamento e de manutenção com um ano ou após 1000 horas de serviço.

A descontaminação de cabina de biossegurança é recomendada pelo uso de paraformaldeído em pó vaporizado (0,3 g / pés*) por 3-4 horas durante a noite, segundo Kuehne e colaboradores (1999), para fornecer uma concentração de 8.500 ppm (partes por milhão). A neutralização deve ser realizada e pode-se utilizar o bicarbonato de amônio (0,3 g/ pés*). Recentemente recomenda-se o uso alternativo de peróxido de hidrogênio.

*Pés - unidade de medida equivalente a doze (12) polegadas e pode variar de acordo com o país - no Brasil = 0.3248m (Koogan / Housse, 1999).

- ▶ Sistema de criopreservação:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica
 - em caso de congeladores (*freezers* de baixa temperatura) verificar o sistema da porta e do gás de resfriamento;
 - em caso de *containers* de nitrogênio líquido, cuidar das precauções no transporte e manutenção do composto químico; nunca submergir as mãos (utilizar luvas de proteção térmica);
 - não respirar próximo por tempo prolongado.
- ▶ Sistemas de eletroforeses verticais e horizontais:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o sistema de pólos positivo e negativo e a correta conexão;
 - nunca colocar a mão no tampão;
 - não permitir o superaquecimento do sistema;
 - lembrar que a matriz de processamento da amostra pode fundir com o calor e fechar o curto circuito causando um incêndio no local (que pode ser expandido pelos reagentes inflamáveis presentes em um laboratório);
 - desmontar os sistemas de vidro, apoiado na mesa, sobre um recipiente que possa ser eventualmente descartado ou inativado (quando se utilizar produtos tóxicos, carcinogênicos ou radioativos).
- ▶ Sistema de eletroporação (utilizado para leveduras e bactérias):
 - ler o manual de instruções;
 - verificar a adequação da instalação elétrica e observar sistema de circuito de fechamento das câmaras;
 - verificar a inserção da cubeta, tubo ou placa no sistema;
 - verificar o sistema de trava e portas;
 - utilizar os dispositivos e equipamentos de proteção coletiva e individual recomendados.
- ▶ Sistema de extração de ácidos nucleicos:
 - ler o manual de instruções e recomendações da técnica e/ou do kit;
 - verificar a necessidade de uso de solventes orgânicos e os cuidados necessários;
 - verificar a necessidade de uso de ácidos e álcaes fortes e os cuidados necessários;
 - em caso de uso de solventes orgânicos, utilizar capela de exaustão;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;

- forrar com papel e filme de polivinilcarbonato o local de extração;
- verificar a segurança na aplicação das amostras para análise do ácido nucléico;
- dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
- utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;
- armazenar o material para devida descontaminação do material antes de libera-lo como lixo.

▶ Sistema de filtração analítica:

- observar a adequação do material a ser filtrado e o tipo de membrana;
- observar a capacidade do filtro;
- observar se o sistema de filtro é unidirecional ou bidirecional;
- verificar a finalidade da filtração indicada para a exclusão de partículas ou esterilização;
- observar o sistema (dupla tampa plástica protegendo a membrana) permite aspiração da seringa sem romper a membrana;
- observar a pressão permitida para não romper a membrana;
- em casos de acidente limpar a área segundo recomendação das normas de biossegurança;
- utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados.

Os tipos mais comuns de membrana e suas finalidades:

- acetato de celulose e nitrato de celulose - são indicadas para meios aquosos e biológicos com finalidade de filtrar e clarificar;
- microfibra de vidro - com a finalidade clarificar;
- polisulfonato e copolímero de acrílico - são indicadas para amostras biológicas e aquosas; apresenta baixa capacidade de adsorção, união *binding* protéica;
- difluoreto de polivinilideno (PVDF) - resiste a solventes orgânicos e inorgânicos;
- nylon - indicado para solventes orgânicos e inorgânicos inclusive DMSO (dimetil sulfoxido);
- polipropileno - resiste a solventes orgânicos e inorgânicos;
- membrana de politetrafluoroetileno - é hidrofóbica e recomendada para 50% dos solventes orgânicos.

▶ Sistema de filtração preparativa:

O material das membranas listadas na filtração de pequena escala por seringas pode ser encontrado para filtros maiores, dependendo do fabricante; recomenda-se, entretanto:

- observar a instalação da pressão positiva ou negativa recomendada para o sistema;
- observar o sistema de vácuo ou de gás inerte na garrafa;
- observar cuidadosamente para que a pressão não exceda e rompa o sistema, provocando acidente;
- em casos de acidente limpar a área segundo recomendação das normas de biossegurança;
- utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados.

- ▶ Sistema de preparações histológicas:
 - manusear as amostras não fixadas utilizando avental, luva e máscara;
 - ter cuidado com o material perfuro-cortante na secção das amostras;
 - ler as recomendações de uso de solventes e fixadores;
 - verificar o tipo de luva adequado para os solventes;
 - utilizar os solventes e fixadores em câmara de exaustão;
 - cuidado com a manipulação na preparação e utilização de corantes comuns (cancerígenos);
 - forrar a bancada com plástico e papel absorvente.
- ▶ Sistema de sequenciamento de DNA:
 - ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - forrar com papel ou filme de polivinilcarbonato o local de apoio das placas de montagem do gel;
 - verificar a segurança na montagem e transporte das placas de gel;
 - verificar a segurança na aplicação das amostras do gel de análise;
 - proteger o sistema de quebra;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;
 - armazenar o material para descontaminação dos corantes antes de libera-lo como lixo.
- ▶ Sistema termociclador para amplificação de ácido nucléico:
 - ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a segurança no transporte da amostra do gel contendo corante de ácidos nucléicos;
 - forrar com filme de polivinilcarbonato o local de apoio com o gel;
 - proteger o sistema com barreira tipo tampa de acrílico ou vidro antes de ligar a luz UV;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;
 - utilizar dispositivos de proteção individual e coletiva quando necessário;
 - armazenar o material para devida descontaminação antes de libera-lo como lixo.
- ▶ Sonicador / ultra-som:
 - ler o manual de instruções;
 - verificar o sistema de tubo de imersão e relação do diâmetro;
 - verificar o sistema de ultra-som de banho de imersão;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar o volume mínimo para o processamento do material;
 - realizar em recipiente de pequeno diâmetro e longo, se possível, com lacre impermeável;
 - submergir a ponteira do "sonicador" até o fim, sem tocar o fundo;
 - não respirar sobre o tubo;

- deixar repousar por alguns minutos antes de desacoplá-lo;
 - se possível, e quando necessário, deixá-lo funcionando dentro de uma câmara de exaustão ou fluxo laminar adequada;
 - tampar o tubo após o término do procedimento;
 - verificar o sistema de resfriamento da amostra;
 - nunca tocar a ponteira com as mãos (utilizar luvas);
 - desinfetar a ponteira e locais ao redor do procedimento com álcool (verificar o desinfetante recomendado para cada caso);
 - em caso de ser o modelo de sonicação por submersão, deixar o tubo semi-tampado com o auxílio de um "parafilm";
 - antes de abrir o material, deixar repousar para minimizar a formação de aerossóis;
 - não permitir o derramamento do material;
 - limpar arredores e bancada no final do experimento após aguardar o tempo indicado para sedimentação dos aerossóis gerados;
 - em casos de acidente, limpar a área segundo recomendação das normas de biossegurança;
 - utilizar os equipamentos e dispositivos de proteção individual e coletiva recomendados;
- ▶ Sistema Transiluminador - visualização de ácidos nucléicos corados:
- ler o manual de instruções;
 - receber as instruções e treinamentos necessários;
 - verificar a adequação da instalação elétrica;
 - verificar a segurança no transporte da amostra do gel contendo corante de ácidos nucléicos;
 - forrar com filme de polivinilcarbonato o local de apoio com o gel;
 - proteger o sistema com barreira tipo tampa de acrílico ou vidro antes de ligar a luz UV;
 - dispensar as amostras em recipiente contendo líquido desinfetante;
 - utilizar luvas de procedimento e luvas plásticas descartáveis;
 - armazenar o material para descontaminação do corante antes de libera-lo como lixo.

13.5. Risco Biológico

Apesar de haver alguns capítulos que comentam sobre os diferentes riscos biológicos, inserimos de forma resumida a classificação de riscos biológicos e de laboratórios com as exigências fundamentais e básicas para seu funcionamento.

Os microorganismos infecciosos podem ser classificados em quatro classes, levando-se em conta o risco individual e coletivo, relativo à virulência e gravidade da infecção nos seres humanos e animais, probabilidade de propagação, tratamento e medidas preventivas.

- ▶ **Classe de Risco I.** Risco individual e coletivo, ou comunitário ausente, ou muito baixo.

Microorganismos que têm pouca probabilidade de causar doenças nos homens e nos animais.

Exemplos:

- **bactéria** - *Bacillus subtilis*; *B. thuringiensis*; *B. sphaeroides*; *Lactobacillus* spp;
- **fungo** - *Trichoderma*, *Helminthosporium* spp.

▶ **Classe de Risco II.** Risco individual moderado e baixo risco coletivo ou comunitário.

Microorganismos que têm a probabilidade de causar doença nos humanos e em animais, mas com o risco de propagação limitado; atualmente existem medidas de prevenção e tratamento.

Exemplos:

- **bactéria** – *Bacilo Calmette Guerin* (BCG), Bactérias enteropatogênicas, *Corynebacterium*, *Campylobacter*, *Escherichia*, *Bordetella pertussis*, *Mycobacterium leprae*, *Neisseria*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Vibrio*.
- **fungo** – *Aspergillus* spp, *Cândida*, *Malassezia*, *Microsporium* spp, *Paracoccidídeo*.
- **parasita (protozoário)** - *Endotrypanum* sp, *Leishmania* sp, *Plasmodium* sp, *Trypanosoma* sp.
- **parasita (helminto)** – *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Dirofilaria*, *Onchocerca*, *Schistosoma*, *Trichuris*, *Wuchereria*, *Hymenolepis*.
- **vírus** – adenovírus, astrovírus, citomegalovírus, dengue, enterovírus, hepatite A, B, C, G, Pólio.

▶ **Classe de Risco III.** Elevado risco individual e baixo risco coletivo ou comunitário. Microorganismos patogênicos que geralmente provocam doença grave no homem e/ou em animais, mas se propagam de um indivíduo infectado a outro de forma direta, sendo o risco de propagação limitado, existindo atualmente medidas de prevenção e tratamento eficazes.

- **bactéria** – *Brucella* sp, *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *Yersinia*;
- **fungo** – *Histoplasma* sp, *Coccidioides immitis*;
- *Rickettsia* sp;
- **vírus** – da raiva, HIV, Arbovírus.

▶ **Classe de Risco IV.** Elevado risco individual e coletivo ou comunitário. Microorganismos patogênicos que geralmente provocam doença grave no homem e/ou em animais, propagam de um indivíduo infectado a outro, de forma direta ou indireta, sendo alto o risco de propagação e ilimitada, não existindo atualmente medidas eficazes de prevenção e tratamento.

- **vírus** – Ebola, Junin, Mapucho.

De acordo com o aconselhamento do CDC e da OMS, os agentes de risco III que forem multirresistentes devem ser considerados e tratados como Risco Biológico IV.

Níveis de Laboratório segundo a Segurança Biológica

▶ **Nível I** - laboratório básico.

Característica de bancada ou mesada com trabalhos em local aberto, realização de boas técnicas, com eventual utilização de bico de Bunsen no repique das culturas de colônias não patogênicas – microorganismos de classe de risco I. Utilizado também para ensino de metodologias básicas.

▶ **Nível II** - laboratório básico com sinalização.

Característicos em postos de saúde de primeira linha, hospital de nível primário, laboratório de diagnóstico, ensino de metodologias básicas universitárias.

Cabinas de segurança biológica para microorganismos de classe de risco I e II e para possíveis aerossóis. Roupas especiais e adequação da utilização de EPI ou DPI para cada caso em particular.

Cabide de fluxo laminar de Tipo A = saída de ar no próprio ambiente.

- ▶ **Nível III** - laboratório de contenção com sinalização e controle de acesso.

Manipulação de microorganismos de classe de risco III. Utilização de cabina de segurança biológica, contenção de pressão negativa, roupas especiais, controle de acesso, entrada por vestíbulo de dupla saída, cabinas de exaustão externa.

Cabide de fluxo laminar de Tipo A = saída de ar no próprio ambiente; e de Tipo B = saída com exaustor para o exterior (Brucella) – possibilidade de risco por aerossóis.

- ▶ **Nível IV** - laboratório de contenção com sinalização e acesso restrito e controlado.

Unidade de manipulação de germes patogênicos de classe de risco IV. Utilização de cabide de segurança biológica, contenção de pressão negativa, roupas especiais com pressão positiva, acesso restrito, entrada por vestíbulo de dupla saída, cabinas de exaustão externa com filtros especiais e autoclave de duas extremidades.

Área interna contendo cabina de fluxo laminar de Tipo A = saída de ar no próprio ambiente; e de Tipo B = sistema de filtro e saída com exaustor para o exterior – minimiza os riscos com aerossóis.

13.6. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Individual e Coletiva

13.6.1. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Individual

Ver a descrição e comentários no item de dispositivos de proteção individual no *Capítulo 7 - Dispositivos de Proteção e Materiais Utilizados na sua Confeção* deste manual.

Os principais produtos descritos e comercializados possuem a especificação de registro e regulamentação do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) e do departamento do trabalho, o MSHA (Mini Safety and Health Administration). No Brasil, vários itens são baseados nestas descrições e recomendações. A Vigilância Sanitária pode informar as exigências conforme o disposto no Diário Oficial que foi regulamentado pelo Ministério de Saúde do Brasil.

- ▶ **Materiais para jalecos, guarda-pós, aventais, luvas, campos cirúrgicos ou outros dispositivos complementares de roupas de trabalho** – não tecido de diversos tipos: nylon, poliéster, algodão, vinil, borracha, folha de chumbo com revestimento plástico e polivinilcarbonato.
- ▶ **Sapatos e proteção de sapatos** – devem ser considerados necessários a partir de trabalhos realizados com NB II.
- ▶ **Tipos de luvas** - borracha, neoprene, látex-neoprene, viton, poliuretano, nitrilo, polietileno, PVC.

Importante ressaltar que o xilol, tolueno, benzeno, percloroetileno, dicloroetano, tetracloroeto de carbono degradam a borracha, neoprene e PVC. Deve-se usar luvas a base de polivinil ou Buna-N.

As luvas de procedimento cirúrgico, a exemplo de, látex, borracha, vinil, oferecem um bom procedimento táctil, entretanto, pouca se alguma proteção contra perfuração, escarificação ou mordida de animais. Isto tem resultado em risco por exposição laboratorial e infecção causada por falta de bom senso e opção associada ao mau uso da luva cirúrgica.

Na manipulação de animais em setores de NB III recomendam-se luvas de neoprene de 0,03 polegadas que podem se substituídas por luvas de 0,015 polegadas se o animal estiver contido para reduzir risco com mordidas.

► **Proteção de mucosas e de pele**

O risco de inalação de materiais infecciosos ou tóxicos torna-se reduzido com a utilização de sistemas de purificação de ar ou suplemento de ar pressurizado por compressor ou tanques.

O ar ultrapuro – inclui o protetor de face inteira em nível de biossegurança IV. Nos níveis de biossegurança III recomendam-se respirador particular parcial de face.

As substâncias neurotóxicas e citotóxicas devem ser manipuladas com protetor respiratório e ocular, além das luvas.

► **Tipos de máscaras de proteção contra os diversos riscos biológicos e químicos** - ver a descrição e comentários no item de dispositivos de proteção individual no *Capítulo 7 - Dispositivos de Proteção e Materiais Utilizados na sua Confecção*.

Há máscaras descritas e disponíveis comercialmente em tamanhos pequenos, médio e grande; com ou sem alça ajustável, com ou sem ajuste nasal de alumínio, preparada com material comum ou hipoalergênico. Com capacidade de filtração de partículas com limite de exclusão a partir de 0,1 micron a depender da composição do material de confecção e do fabricante. Podendo ainda ser de membranas com suporte de borracha ou silicone. As mais modernas, indicadas para proteção de olho, face e mucosa respiratória contra vapores altamente tóxicos, são compostas de peça única de lente de policarbonato e suporte de silicone com dupla válvula.

Atualmente segundo informações comerciais da Fisher Scientific a regulamentação da NIOSH simplifica a seleção de respiradores em nove classes de filtro com eficiência de 95, 99 e 99,97% de eficiência de filtração, consistindo de três categorias de resistências: resistência a óleo (resistente a óleo, não resistente a óleo e a prova de óleo). As recomendações dos filtros e máscaras são baseadas nas dosagens e permissões de exposição que levam em consideração o estudo da concentração limite de exposição permitida Permissible Exposure Limit - PEL, o limite de exposição de tempo curto - Short Term Exposure Limit - STEL e a relação peso-tempo da droga calculado pelo - Time-Weighted Average - TWA que varia para cada droga ou composto químico.

Entre as várias máscaras encontram-se diversos modelos:

- com válvula de exalação única ou dupla;
- sem válvulas de exalação;
- sem válvula de remoção de odor.

- ▶ **Sistema de suprimento de ar fechado** - para isolamento total, indicado para níveis de biossegurança IV. Os mais modernos são com filtros HEPA que apresentam uma eficiência de PEL menor que 0,05 mg/m³; também recomendados para radionuclédeos. Apresenta com cinturão e indicador do fluxo de ar com bateria recarregável de níquel-cádmio.

Sistemas seguros para transporte de material de risco:

- Contenedores de capacidades e formas diversas:
 - para tubo, placa ou frasco grande e pequeno, alto e baixo, chato e redondo com separador ou modelo individual;
 - com sistema de fechamento de rosca ou com pressão.
- Contenedores de materiais diversos:
 - de plástico resistente, de poliuretano, de polivinilcarbonato, polipropileno, poliestireno;
 - material resistente a oxido-redução.

13.6.2. Principais Equipamentos e Dispositivos de Proteção Coletiva

Equipamentos e Dispositivos de Proteção Coletiva são destinados à proteção do trabalhador e dos companheiros e técnicos de setores próximos, bem como do meio ambiente:

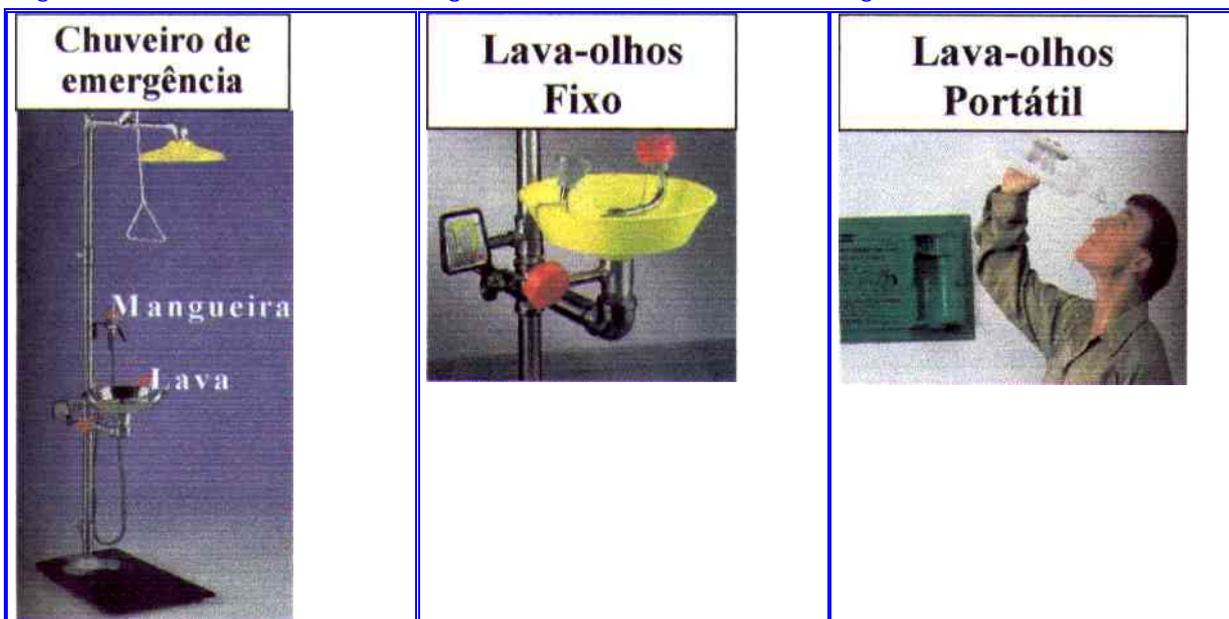
- ▶ Aparelho de suprimento respiratório individual para saída em situações de emergência, o *Emergency Escape Breathing Apparatus* (EEBA);
- ▶ Detector e contador de radiação dosímetro de área restrita;
- ▶ Capela de exaustão;
- ▶ Capela ou cabina de fluxo laminar;
- ▶ Lavador de olhos e de face portátil e fixo;
- ▶ Chuveiro de emergência portátil e fixo;
- ▶ Kits de tratamento para acidentes com químicos ácidos, cáusticos, solventes;
- ▶ Sistema de limpeza de sala a vácuo;
- ▶ Contenedores de plástico duro com pedal de diversos tamanhos e capacidades para descarte de resíduos infectantes;
- ▶ Contenedores de plástico duro com pedal de diversos tamanhos e capacidades para descarte de resíduos de risco;
- ▶ Garrafa contenedora para coleção e descarte de resíduos tóxicos, solventes e substâncias inflamáveis;
- ▶ Os sistemas de sinalização em diagrama, linguagem escrita e em *Braille*;
- ▶ Tapete de membrana de polietileno limpadora de sapatos de entrada de ambientes;
- ▶ Termômetro e medidor de umidade de área.

Alguns diagramas e figuras representativas que exemplificam os modelos atuais de EPC e EPI

Figura 13.2

Figura 13.3

Figura 13.4



Alguns modelos explicativos padrões de pressão e fluxo de ar interno podem ser observados abaixo.

Figura 13.5

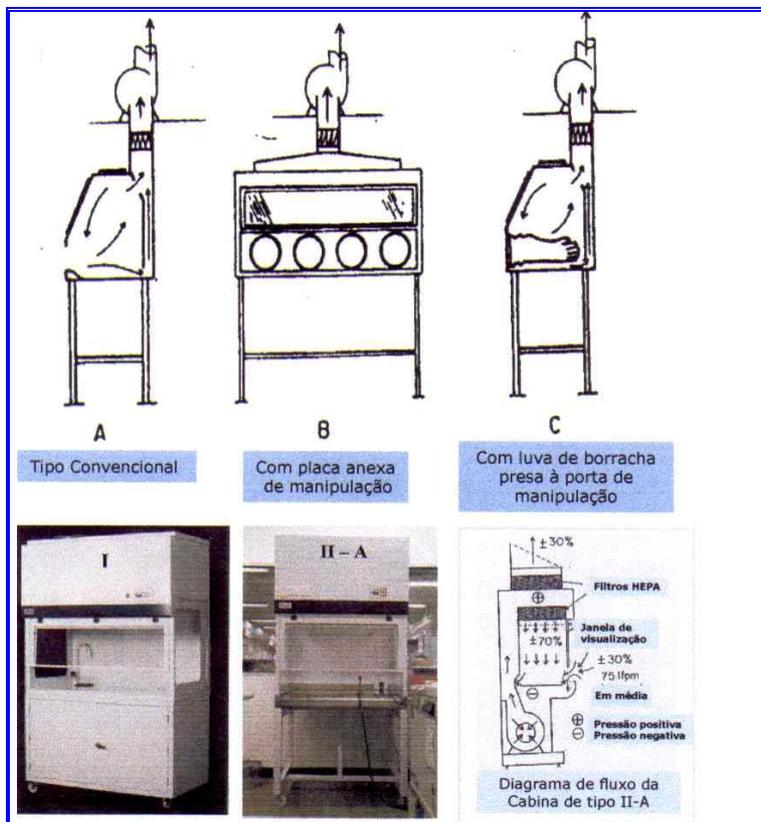
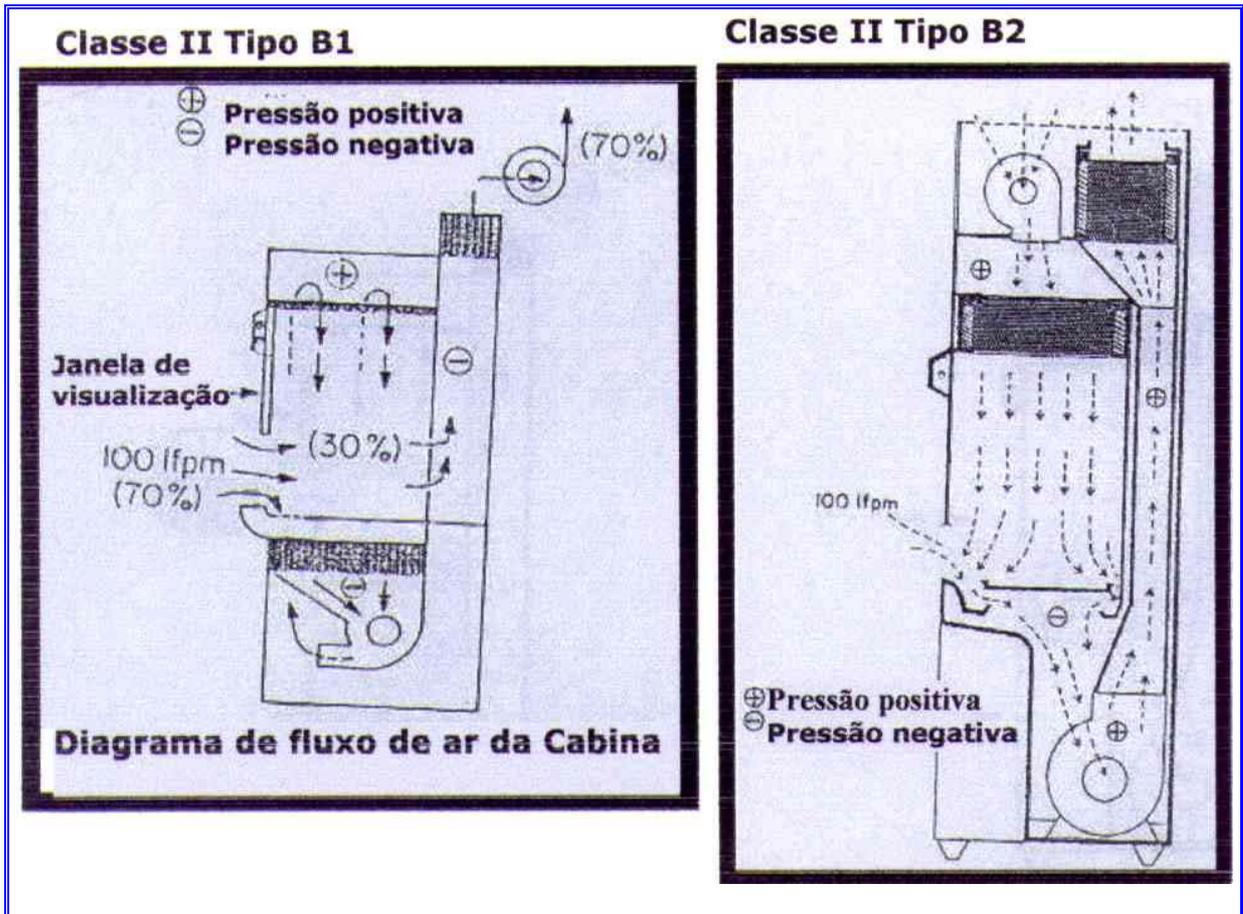


Figura 13.6



Principais símbolos utilizados em laboratório

Figura 13.7



Figura 13.8



13.6.3. Desinfetantes

Os desinfetantes devem ser analisados com cuidado por causa dos diversos microorganismos manipulados. Algumas espécies de microorganismos têm sido utilizadas para o teste da eficiência de desinfetantes como no caso estudado por Best e colaboradores (1988), que testou nove desinfetantes sobre o *Mycobacterium Smegmatis*, observando uma eficiência regular com o glutaraldeído, iodeto de povidona e o gluconato de clorhexidina. Os outros desinfetantes, entretanto, como o dicloroisocianurato de sódio, fenol, etanol e hipoclorito de sódio não foram tão efetivos. Observou-se que a eficiência do etanol e do hipoclorito no esputo foi mais reduzida. O amônio quaternário foi ineficiente em todos os testes.

O *Mycobacterium Smegmatis* é descrito por Bange e colaboradores (1999) como um microorganismo tipicamente utilizado como hospedeiro para clonagem e expressão de genes ou livrarias genômicas do patógeno humano *Mycobacterium Tuberculosis*.

13.7. Cuidados Especiais para Laboratórios de Pesquisa e de Diagnóstico

- ▶ A área e o pessoal técnico e administrativo da recepção devem estar instruídos para atenção de pacientes e visitantes.
- ▶ Em caso de recepção de material de outra unidade ou instituição, instruir sobre a necessidade de uso da caixa rígida de contenção de embalagem fechada à prova de vazamento e quebra durante o transporte. Quando necessário, informar a necessidade de refrigeração e limite de tempo de coleta até a análise.
- ▶ Deve haver um planejamento do cronograma e do pessoal para a recepção e aquisição de amostras e atendimento aos pacientes e clientes.
- ▶ Deve-se deixar acessível às instruções e equipamentos de primeiros-socorros, bem como um profissional responsável durante o funcionamento das atividades.

- ▶ Deve-se deixar acessível a lista de telefones de urgência médica, hospitalar, da Vigilância Sanitária e da Secretaria de Saúde.
- ▶ O setor de registro de dados deve ser independente do setor de desenvolvimento das técnicas e processamento das amostras.
- ▶ Deve haver um setor de lavagem separado do setor de esterilização.
- ▶ Deve-se fazer o estudo para a programação e solicitação de apoio para a adequada coleta, diária dos resíduos de descarte (lixo) nas instâncias recomendadas pelos órgãos e instituições responsáveis no bairro, município e cidade.
- ▶ A presença de visitas nos setores deve ser registrada com dados de localização e origem (profissional ou particular) para possível e eventual contato em caso de emergência e risco.
- ▶ Deve-se organizar e fornecer os equipamentos de proteção individual (máscara, luva, protetor facial, protetor de olhos, avental) e coletiva (chuveiro, lava-olhos, extintor de incêndio, câmara de exaustão, sinalização).
- ▶ Deve-se realizar treinamento de prevenção e ação em caso de acidente.
- ▶ Notificar formalmente a chefia sobre os acidentes, que os acidentados são encaminhados aos setores apropriados em cada caso.
- ▶ Deve-se confeccionar um protocolo de normas para Procedimento Operativo Padrão (POP) interno, que deve ser incorporado por todos os membros dos diversos setores da unidade de trabalho.

13.7.1. A Imunização da Equipe

Há um capítulo sobre vacinas, mas ressaltaremos as indicações de forma resumida para os que trabalham com fluidos e microorganismos em laboratório de pesquisa e de diagnóstico.

Em determinadas situações, recomenda-se a imunização dos trabalhadores da equipe como medida profilática de algumas doenças causadas por microorganismos para minimizar os transtornos advindos com os acidentes de trabalho.

É recomendada, a todo pessoal técnico-profissional do laboratório, a vacinação contra difteria, caxumba, febre tifóide, hepatite, poliomielite, rubéola, sarampo, tétano. Em alguns setores, está especificada a vacinação contra tuberculose causada por *Mycobacterium Tuberculosis*, *M. bovis*, *M. Africanum*.

Os médicos veterinários também devem ser vacinados contra a raiva.

Os Laboratórios dos Estados Unidos, sob recomendação da Organização Mundial da Saúde (1995), aconselhavam a vacinação apropriada ou a aplicação dos toxóides ao pessoal que trabalhava com animais, ou os que manipulavam diretamente alguns microorganismos como o *Bacillus Anthracis*, *Clostridium Botulinum*, *Francisella Tularensis* tipo A, *Mycobacterium Leprae*, *Neisseria Meningitidis*, *Yersinia Pestis*, vírus da raiva, vírus da febre hemorrágica, vírus da encefalomielite equina da Venezuela, entre outros.

13.7.2. Estagiário / Aluno em Laboratórios de Pesquisa e Diagnóstico em Atividade Didática e/ou Treinamento

Ressaltar a importância da biossegurança; sensibilizando os alunos de graduação, alunos de pós-graduação, clientes, estagiários e técnicos.

- ▶ **Cidadania / conscientização** - a biossegurança, considerada atualmente como direito e dever de todo cidadão, deve ser aplicada de forma constante com o propósito de proteger e promover a salvaguarda da vida de todos os trabalhadores, clientes, pacientes, estudantes e cidadãos.
- ▶ **Disciplina** - acidentes ocorrem quando e onde se perde o controle da situação. Deve-se trabalhar com o pensamento de que "é melhor prevenir que remediar", reforçando a utilização e normas de prevenção contra acidentes.
- ▶ **Ética profissional** - partindo do princípio de que se trabalha nas áreas das ciências da saúde e biológicas com fluidos, deve ser prioritário o sistema preventivo de precaução, zelo e disciplina. Todas as amostras, de origem humana e animal, devem ser tratadas como se estivessem contaminadas, o que classifica o laboratório de diagnóstico convencional e de pesquisa que desenvolvem trabalho desta natureza como laboratório de nível de biossegurança II. Os laboratórios didáticos de atividade prática, considerados de nível I, devem manipular apenas amostras controladas, sem risco de contaminação para o estudante que atuará inicialmente sem experiência e sem treinamento prévio.
- ▶ **Princípios de cidadania e de consciência social do profissional da área das ciências da saúde e biológicas**
 - Todo indivíduo, independente de sua origem, cor, condição econômica e social, tem direito a usufruir gratuitamente de tratamento e atenção à saúde adequada, qualificada e segura.
 - Os valores consensuais deverão ser aspirados como objeto de atenção específica do profissional da área de saúde, na forma de conscientização social, cooperativismo, respeito, veracidade, justiça, disciplina, responsabilidade, criatividade, criticidade, verdade, flexibilidade e segurança.
 - O compromisso com o bem-estar do paciente deve ser através da vivência e do reconhecimento de sua situação de indivíduo como cidadão da comunidade e do mundo.
 - O espírito de luta contra toda forma de injustiça, corrupção e violação da segurança, das leis e dos direitos humanos deve ser incorporado na postura do profissional das ciências e da saúde.
 - O profissional ético deve empregar em suas práticas as normas de cuidados específicas, evitando, com normas de biossegurança, a exposição de seu paciente, seus companheiros e os cidadãos a riscos decorrentes de seu trabalho.
 - O profissional deve ter a postura e o compromisso de proteção de todo e qualquer cidadão contra a falta de cuidado técnico e descuido ético, exigindo e trabalhando com a boa práxis e conduta na obediência criteriosa das normas de biossegurança e de proteção individual e coletiva.
 - O profissional deve estabelecer coerentemente o vínculo entre o pensamento ético e a consciência social objetivando a melhor práxis na execução de sua atividade nas áreas das ciências e da saúde.
 - O profissional e o acadêmico das áreas das ciências da saúde e biológicas deve estar consciente de que o ser humano abrange aspectos corporais, emocionais, voluntários, mentais, psicológicos, sociais e valorativos.

- O Profissional deve conscientizar-se da necessidade de ideologia política não partidária em prol da ciência e da saúde da comunidade.
- O Profissional deve estar consciente e sensível aos problemas culturais e sociais de sua comunidade e de seu mundo.
- O profissional deve informar ao cliente e paciente seus direitos e suas necessidades para melhoria de sua qualidade de vida como indivíduo e cidadão

O esclarecimento sobre os NÍVEIS DE BIOSSEGURANÇA a partir da Instrução Normativa número 7 - CTNBio disposta no Diário Oficial – Brasil - que informa a classificação dos riscos biológicos e cuidados gerais indicados e exigidos.

Na pesquisa, a classificação de laboratórios que desenvolvem a manipulação genética varia de forma dependente do vetor, inserto, e os Organismos Geneticamente Modificados (OGM) ou Animais Geneticamente Modificados (AGM) gerados durante o experimento. Deve-se lembrar o princípio científico, ético e moral de que os transportes devem ser autorizados previamente pela CTNBio e de acordo com as normas, utilizando-se recipientes rígidos e à prova de vazamento.

É Vedada a manipulação genética em células totipotentes e germinativas HUMANAS.

Cuidados necessários recomendados aos membros do setor e estudantes

- ▶ Conhecer a classificação dos níveis de biossegurança;
- ▶ Conhecer as regras e riscos;
- ▶ Treinamento específico na área que visa atuar;
- ▶ Evitar trabalhar sozinho com microorganismo - a companhia é recomendada para ajuda nos socorros em casos de acidentes;
- ▶ Proteção por imunização (hepatite, tétano e raiva) e monitoramento sorológico da resposta imunológica;
- ▶ Limitar o acesso ao laboratório de pessoas e visitantes leigos;
- ▶ Usar os equipamentos ou dispositivos de proteção individual invariavelmente e continuamente o uso de roupas, eventualmente no momento de trabalho utilizar máscaras, óculos adequados, luvas adequadas;
- ▶ Respeitar as normas de limpeza e higiene do local;
- ▶ Usar os equipamentos ou dispositivos de proteção coletiva, cabinas e fluxos laminares e de exaustão quando necessário;
- ▶ Minimizar a produção de aerossóis e solventes voláteis;
- ▶ Proteger a pipeta com algodão hidrófobo, nunca pipetar com a boca;
- ▶ Desinfecção da maioria dos microorganismos, incluindo protozoários, helmintos e bactérias; pode ser com soluções de uso comum em laboratórios (fenol 5% / formol 4% / álcool 70% / hipoclorito de sódio 1-2%). Para inativação da maioria dos vírus // fungos;
- ▶ Na desinfecção de gaiolas de biotérios, geralmente, recomenda-se o uso de creolina;
- ▶ Extremo cuidado individual e coletivo com os trabalhos com radiação;

- ▶ Preparar o POP válido e necessário para cada laboratório para discussão, vigilância, monitoramento e atualização.

O Procedimento Operativo Padrão (POP) deve ser específico para cada laboratório e setor de desenvolvimento de atividade. Deve conter a data de sua confecção e discussão. Quando couber, indicar no documento se a redação encontra-se em fase de discussão e adaptação.

Prioridades para os membros do setor

- ▶ Práticas constantes de higiene;
- ▶ Atividades no setor de atenção ao paciente / voluntário;
- ▶ Atividade na coleta de material;
- ▶ Atividades na recepção de material;
- ▶ Atividade na manipulação e processamento do material;
- ▶ Atividades nos setores de computador e/ou sala de estudos/biblioteca;
- ▶ Limpeza das áreas internas e externas do laboratório;
- ▶ Precauções com os resíduos gerados e acondicionados para posterior descarte;
- ▶ Ao ingressar no serviço - nunca calçando sandálias abertas e roupas com decotes lavar as mãos, prender os cabelos e lavá-las novamente antes de vestir as luvas. Vestir o avental de manga cumprida no tamanho adequado, sem sobra no braço, com o punho elastizado;
- ▶ Apresentando ferimento nas mãos, deve-se utilizar duas luvas (uma dentro da outra);
- ▶ Não reutilizar a luva usada que se retirou em algum momento;
- ▶ Não misturar os livros de registro que saem do laboratório para outros setores. Se possível, apoiar os registros em bancada onde não são manipulados os fluidos e amostras;
- ▶ Nunca pipetar com a boca os reagentes.- cuidado com as luvas,.haverá certamente pipetadores, pêras e pipetas automáticas para transporte de volumes pequenos de líquido;
- ▶ Nunca pipetar com a boca soros;
- ▶ Nunca ter pressa para realizar as atividades intermediárias e/ou finais, pois a pressa pode causar um acidente;
- ▶ Nunca utilizar luvas de manipulação de soros e reagente ao atender o telefone e abrir portas ou tocar as maçanetas - vestir as manoplas de plástico descartável antes de atender ou segurar o telefone;
- ▶ Ao lavar as mãos, lembrar de fechar a torneira com o papel toalha protegendo assim a mão de tocar na mesma torneira que se tocou com a luva / mão suja (isto vale inclusive para a utilização das pias de sanitários não residenciais);
- ▶ Disponibilizar duas pias no setor de tratamento e manipulação de amostras e fluidos; determinar, se possível, qual das duas pias deve ser para lavar mãos sujas ou limpas;

- ▶ Saindo de um setor - ao passar nas portas com maçanetas - utilizar as luvas tipo manopla descartáveis sempre no bolso do avental (guarda-pó) para abrir as maçanetas giratórias. No bolso do avental deve haver sempre um pouco de papel toalha ou higiênico limpo para eventuais manipulações em setores não contaminados com soros;
- ▶ Ao sair do laboratório para outro setor com menor possibilidade de contaminação com soro, retirar as luvas e lavar as mãos;
- ▶ No setor de coleta de amostra, deve-se ter disponível pincetes contendo álcool a 70°, hipoclorito de sódio (diluição preparada no dia) e papel toalha absorvente para o caso de um eventual acidente. Discutir com a gerência do setor a possibilidade de a luva descartável ser trocada após atendimento a cada paciente; ou limpar a luva com álcool diluído entre cada paciente atendido. Em caso de não disponibilidade de luva por paciente na coleta, deve-se conhecer a procedência e qualidade da luva, limpá-las e trocá-las pelo menos entre cinco e dez pacientes, observando o aspecto da luva. Ainda que não haja ocorrido acidente, a luva não deve ter aspecto pegajoso ou viscoso;
- ▶ Não recolocar/recapear a proteção da agulha. Depois de utilizada no paciente, depositar a agulha com a seringa num recipiente com água sanitária a 2%, em recipiente seguro e suficiente para evitar queda e derramamento do líquido. Se possível, disponibilizar as caixas de papelão com revestimento próprio para posterior autoclavagem que se encontra comercialmente disponível no Brasil;
- ▶ Determinar previamente com o pessoal de apoio / limpeza / manutenção, o procedimento para transporte do material de descarte no término do serviço (indicar o período de menor trânsito ou movimento no setor);
- ▶ Uma vez na sala, o material em água sanitária permanecerá até o dia seguinte para ser então autoclavado. Alternativamente, o material contaminado deverá ser acondicionado na caixa apropriada para autoclavagem antes de ser liberado como lixo descontaminado;
- ▶ Lavar as mãos cada vez que retirar as luvas, evitar arrastar e ampliar problemas com pequenos erros deste tipo. A mão em ambiente não domiciliar nunca está limpa;
- ▶ Retirar a luva, lavar as mãos para tocar em cabelos, pele, boca etc;
- ▶ Nunca levar para casa as canetas, lápis, materiais manipulados no setor ou próximo a fluidos biológicos;
- ▶ Os aventais que sofrerem respingos de fluidos devem ser colocados em balde com água sanitária na unidade/setor de lavagem, antes de ser transportado para casa, e no momento do trabalho deve ser substituído por um limpo, disponível para este fim;
- ▶ Ao retornar do trabalho, lembrar de retirar os sapatos antes de entrar em casa, colocá-los fora do alcance de crianças. Devendo os mesmos ficar separados para a limpeza da sola com água sanitária, protegendo-se assim o ambiente doméstico onde se caminha descalço;
- ▶ Colocar o avental para ser lavado separado da roupa doméstica e de peças íntimas;
- ▶ Lavar as mãos e então cumprimentar os familiares; assim protegem o seu lar e evitam possíveis contágios por germes e microorganismos mais resistentes que os comuns das ruas.

Em caso de acidentes

Nunca entrar em pânico. Se o acidente já aconteceu, tem-se que pensar na melhor solução para minimizar os riscos e danos, mantendo a situação sob controle e sem atropelos.

- ▶ Evitar o pânico e chamar **IMEDIATAMENTE** o responsável pelo setor para o controle da situação.
- ▶ **EVITAR AGLOMERAÇÕES** na área.
- ▶ Atender o acidentado e imediatamente conter o acidente - não permitir vazamento e disseminação do material.
- ▶ Cobrir o líquido derramado ou fluido com hipoclorito de sódio, deixar repousar, não varrer o local antes de descontaminar a área e não provocar a formação de aerossóis.
- ▶ Isolar a área.
- ▶ Identificar a origem do material contaminado.
- ▶ Registrar o acidente, se possível, com testemunhas e apresentar o fato ao responsável superior no setor.
- ▶ Em caso de emergência, proceder ao encaminhamento do acidentado a um hospital ou pronto atendimento.

Com pérfuro-cortantes

- ▶ Lavar o local com sabão e cobrir o local com gaze estéril.
- ▶ Identificar o soro / sangue / paciente e falar com o responsável técnico presente.
- ▶ O Chefe do setor solicitará ao paciente / cliente uma autorização para a realização de exame diagnóstico sorológico para HIV e Hepatite com o compromisso de não divulgar o resultado.
- ▶ O procedimento torna-se necessário para o caso de um tratamento profilático com as possíveis drogas recomendadas pela OMS e setor de retrovíruses do Hospital Universitário Professor Edgar Santos e Secretaria de Saúde.
- ▶ Em caso de não autorização pelo paciente, deve-se solicitar auxílio ao setor de retrovíruses do Hospital Universitário Professor Edgar Santos e Secretaria de Saúde.
- ▶ Os acidentes devem ser registrados e informados às instâncias superiores do Setor e da Secretaria de Saúde, conforme preconizado no POP pela CIBio e pela Vigilância Sanitária.

Profilaxia

Não há nada que se possa fazer com contaminação pelo vírus da hepatite C. Profissionais que já tenham tomado a vacina para hepatite B, não têm necessidade de nenhuma conduta após acidente com o vírus da hepatite B. Quem tomou uma dose da vacina, deve tomar outra dose logo após o acidente, juntamente com imunoglobulina (HBIG) e a última após 6 meses. Quem tomou 2 doses da vacina para hepatite B, deve tomar a última logo após o acidente, juntamente com imunoglobulina (HBIG).

Para a contaminação com o HIV, deve-se iniciar com as drogas antivirais o mais rápido possível (1 hora até 36 horas após a exposição), utilizando-se Zidovudine 200 mg três vezes por dia, Lamivudine 150 mg duas vezes por dia e Indinavir 800 mg três vezes por dia ou Ritonavir 600 mg duas vezes por dia durante 4 semanas.

Seguimento clínico-laboratorial

Em caso de acidentes e possíveis contaminações, procurar os locais de serviços de infecções e após medidas imediatas pós- evento ou acidente, durante um ano, deve-se obrigatoriamente usar preservativos em relações sexuais, evitar amamentação e nunca doar sangue. Deve-se colher sangue com 6 semanas, 90, 180 dias e um ano, buscando possível soroconversão para hepatite B e C e HIV.

Conduta pós-acidente

Os acidentes devem ser registrados e documentados oficialmente. Oportunamente devem ser discutidos nas reuniões periódicas da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio), Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), quando devem ser identificadas e determinadas as falhas nos dispositivos, na metodologia, na segurança e no treinamento do indivíduo.

Em reuniões periódicas deve-se ter a preocupação de analisar e sugerir atualizações e meios de revisão e fiscalização nos cuidados e medidas de proteção.

Devem estar sempre disponíveis

- ▶ Caixa de primeiros-socorros / farmácia do setor.
- ▶ Guarda-pó sobressalente.
- ▶ Documento / formulário para registro de acidente.
- ▶ Documento de solicitação de autorização de exame da amostra do paciente/ cliente envolvido no acidente.
- ▶ Documento do técnico/estudante/trabalhador com dados gerais e pessoais.
- ▶ Contatos telefônicos e contatos para registro do acidente na Secretaria de Saúde / Vigilância Sanitária.

13.7.3. Recomendações para Professores Responsáveis por Alunos de Iniciação Científica e Estagiários

Ao aceitar um estudante ou estagiário, o professor/responsável do setor deve:

- ▶ solicitar o preenchimento completo da ficha de inscrição com dados pessoais do estagiário (ou pós-graduando);
- ▶ informar aos outros trabalhadores do novo componente do grupo ou visitante temporário;
- ▶ solicitar que o mesmo apresente-se no seu primeiro dia aos que encontre no setor, identificando-se, caso não encontre o seu orientador;
- ▶ solicitar que o mesmo observe e procure se informar, registrando no formulário os riscos de acidente que identificou na lista e os que eventualmente não constam no manual do Laboratório. Entregar o formulário preenchido ao responsável pelo setor;

- ▶ solicitar que indique os dias e a frequência prevista no setor;
- ▶ orientar o aluno novo para que converse com os alunos / estagiários mais experientes do setor e obedeça, acate as opiniões e sugestões nos métodos utilizados na rotina; em caso de dúvida, procurar um professor ou seu orientador;
- ▶ informar que ao executar uma técnica ou atividade pela primeira vez - deve estar acompanhado, em todas as etapas, até ser autorizado a executá-la de forma independente. Conversar com o seu orientador;
- ▶ recomendar que avise quando houver previsão da necessidade de uso de uma solução ou material. Quando houver autorização de uso, ao estar por terminar a solução, ANTES DE SEU TÉRMINO procurar ajuda para renová-la;
- ▶ indicar que execute na preparação de material a metodologia escolhida para uso geral, salvo em caso de preparações únicas e de uso individual que deve ser discutido anteriormente;
- ▶ incentivar o aluno a que procure ler os capítulos sobre diluição e soluções, molaridade e normalidade de livro que abordem a matemática de laboratório no setor;
- ▶ recomendar que nunca utilize um aparelho, por mais simples que lhe pareça, sem perguntar ou se certificar de conhecer o seu funcionamento. Em caso de dúvida, procure o responsável pelo aparelho;
- ▶ informar que havendo; qualquer problema ou questionamento, deve-se dirigir ao responsável pelo setor e/ou Chefe / Coordenador de área;
- ▶ recomendar que leia os itens do POP, geralmente disponibilizado pelo responsável pelo setor;
- ▶ lembrá-lo de sua responsabilidade de deixar sempre organizado e limpo o local após o trabalho;
- ▶ lembrá-lo sobre sua responsabilidade de acatar as recomendações de ética, cidadania e biossegurança.

13.7.4. Biossegurança nas Atividades Gerais de Algumas Disciplinas Durante a Formação – Graduação dos Estudantes de Ciências Biológicas

Gerais:

- ▶ As atividades devem ser realizadas com outra pessoa, nunca devendo estar sozinho o estudante no setor.
- ▶ Avisar ao responsável direto quando ocorrer o acidente, informando o tipo e a causa do acidente.
- ▶ Avisar a comissão de biossegurança e de prevenção de acidente (CIBio e CIPA).
- ▶ Providenciar para que sejam realizados os procedimentos de primeiros-socorros.
- ▶ Informar as autoridades competentes.
- ▶ Tomar as medidas recomendadas e necessárias.

Específicos:

- ▶ Laboratório de Parasitologia (contaminação com hemoparasitas e ovos de helmintos por contato direto)
 - Ter cuidado na manipulação de matéria fecal e fluido sangüíneo.
 - Manter as mãos limpas.
 - Manter unhas aparadas e limpas.
 - Manter as mãos livres de lesões e se necessário usar dupla luva.
 - Utilizar dispositivo de proteção individual e coletiva.
 - Ter cuidado especial com as culturas de microorganismos.
 - Ter cuidado com a suscetibilidade a reações de hipersensibilidades.
- ▶ Laboratório de Bioquímica
 - Ter cuidado nos trabalhos com fluidos biológicos, soluções ácidas e alcalinas, solventes orgânicos.
 - Utilizar dispositivos de proteção individual e coletiva.
- ▶ Biotério
 - Ter cuidado com os riscos de contaminação por aerossóis.
 - Ter cuidado com as lesões em contato com fluidos de animais infectados.
 - Ter cuidados com os riscos dos trabalhos com microorganismos de espécies que podem ser patogênicas para o homem.
 - Ter cuidados com os setores de animais infectados.
 - Ter cuidados com os trabalhos com os roedores e possíveis mordidas que podem gerar inflamação, febre e diarreia (ex.: salmoneloses e pneumonias).
 - Ter cuidado com a suscetibilidade a reações de hipersensibilidade.
 - Ter cuidados especiais com serpentes, aranhas e escorpiões, especialmente com a flora normal de mucosas de espécies que podem ser patogênicas para o homem e com picadas ou mordidas que podem gerar infecções, inflamação, febre e intoxicação.
 - Casos graves podem levar à morte.
 - Observar o tipo de veneno provável para administração do soro antiveneno, anti-aracnídeo, anti-escorpiônico ou antissoros polivalente.
 - Em casos de trabalhos com serpentes deve-se identificar a cobra (as mais comuns utilizadas em laboratório são: cascavel, surucucu, jararaca) e localizar a instituição que dispõe dos antissoros.
 - Utilizar dispositivos de proteção individual e coletiva.

13.8. Procedimentos de Limpeza em Estabelecimentos de Saúde

Este tópico foi retirado de diversas recomendações de diferentes *sites* da rede *internet* e do livro-texto publicado por Souza (1998).

Procedimentos considerados como universais

- ▶ A lavagem simples da mão (adequadamente com água e sabão, retirando-se os anéis) e posteriormente com álcool 70% (contendo ou não 2% de glicerina).
- ▶ A anti-sepsia das mãos com a utilização de sabão degermante como o PVP-I ou clorexidina por trinta segundos é recomendada em unidades de terapia intensiva,

transplantes, hemoterapia e berçário de alto risco ou após contato com matéria orgânica através da realização de exames e procedimentos invasivos.

- ▶ Utilização de dispositivos de proteção (luvas, avental, ...).
- ▶ Adequação da disposição dos materiais pérfuro-cortantes contaminados e não contaminados ou ainda descontaminados.
- ▶ As regras para o pessoal de limpeza incluem utilização de dispositivo de proteção, não entrar sem autorização específica em locais restritos e que estejam indicando o risco biológico ou de radiação, não esvaziar qualquer recipiente ou material de resíduo a menos que sejam instruídas e indicadas especificamente. Atender as normas básicas de não fumar, não beber, não se maquiar...

Prevenção de disseminação de doenças infecciosas em estabelecimento de saúde para a comunidade e pacientes

- ▶ Caxumba: o profissional deve ser afastado do trabalho até o término do período de transmissão.
- ▶ Diarréia: o profissional deve lavar as mãos cuidadosamente após utilizar o banheiro e antes de manusear os equipamentos e/ou pacientes. Evitar trabalhar com crianças abaixo de 2 anos e ou em unidades que tratam imunossuprimidos ou imunodeficientes.
- ▶ Escabiose: o profissional deve ser afastado até as vinte e quatro horas posteriores ao término do primeiro ciclo de tratamento do ectoparasita.
- ▶ Herpes: o profissional com herpes labial deve lavar as mãos, utilizar máscaras, evitar contato com recém-nascidos, queimados e imunossuprimidos ou imunodeficientes.
- ▶ Resfriado: o profissional deve lavar as mãos cuidadosamente, utilizar máscara e luva de proteção para contato direto com recém-nascidos, imunossuprimidos ou imunodeficientes e portadores de cardiopatia congênita em tratamento no estabelecimento.
- ▶ Varicela: o profissional deve ser afastado do trabalho até o término do período de transmissão. Os pacientes / clientes que sejam suscetíveis devem ser mantidos isolados ou fora do estabelecimento por um período compreendido entre o décimo e o vigésimo primeiro dia após o contato. Pacientes imunossuprimidos devem ser submetidos a tratamento com gamaglobulina para varicela zoster.

Prevenção e cuidados do trabalhador na exposição a doenças infecciosas no estabelecimento de saúde

- ▶ Coqueluche: após confirmar o diagnóstico e/ou apresentar tosse deve comunicar aos superiores e solicitar afastamento pelo período de cinco dias contados após início da terapia recomendada pelo médico.
- ▶ Sarampo: sendo suscetível porque não teve a doença ou não foi imunizado deve ser submetido a vacinação no período das primeiras setenta e duas horas após o contato.
- ▶ Varicela: sendo suscetível, o trabalhador deve comunicar aos seus superiores e solicitar afastamento do contato direto com a doença (pessoas) no período compreendido entre o décimo e vigésimo primeiro dia após o contato.

13.9. Classificação de Artigos Médico-Hospitalares, Setores ou Áreas Críticas; Semi-críticas e Não-críticas

13.9.1. Classificação de Artigos Médico-Hospitalares Críticos; Semi-críticos e Não-críticos

São considerados **artigos críticos** os que penetram na pele e mucosas, atingindo os tecidos subepiteliais ou que estejam conectados ao sistema vascular. Os **semi-críticos** são aqueles que entram em contato com a pele não íntegra ou com mucosas íntegras. E os **não-críticos** são os que entram em contato com pele íntegra de pacientes.

13.9.2. Classificação de Setores ou Áreas Críticas; Semi-críticas e Não-críticas

São Consideradas **áreas críticas** aquelas onde existe risco aumentado de transmissão de infecção, onde são realizados procedimentos invasivos como laboratórios de diagnóstico e análises clínicas, as salas de cirurgias e partos, unidade de tratamento intensivo, estabelecimentos de serviços hemoterápicos, bancos de sangue, salas de hemodiálise, lactário, berçário de alto risco, salas de lavagem e lavanderia. As áreas **semi-críticas** são aquelas ocupadas por pacientes com doenças infecciosas de baixa transmissibilidade e baixo risco biológico e doenças não infecciosas como as enfermarias e ambulatórios. As **não-críticas** são todas as áreas de serviços de saúde não ocupadas por pacientes em tratamento como os escritórios, depósitos, sanitários, salas de espera e de visitantes.

13.10. Limpeza, Desinfecção, Anti-sepsia e Esterilização

Preconiza-se realizar a **limpeza** com água e sabão ou detergente de todas as superfícies fixas em todas as áreas de serviços de saúde, como forma de promover a remoção de sujeira e do mau odor característico, reduzindo a população microbiana nas áreas do estabelecimento.

Os **anti-sépticos** descritos como microbicidas ou microbiostáticos recomendados para utilização na pele, mucosa e ferimentos, que são permitidos, abrangem as soluções alcoólicas (atuam por desnaturação de proteínas), iodadas e iodóforos (atenção a absorção transcutânea em recém-nascidos e necessita de 2 minutos de contato para a liberação do iodo livre), soluções contendo cloro-hexidina (atua por ruptura da parede celular), e o permanganato de potássio utilizado em algumas áreas. Não são permitidas as formulações contendo mercúrio, acetona, quaternários de amônio e hipoclorito a 0,5%, éter e clorofórmio.

A **desinfecção** é o processo de destruição de microorganismos em forma vegetativa mediante aplicação de agentes físicos ou químicos.

Os processos físicos mais aplicados e descritos para a desinfecção incluem a imersão em água em ebulição por trinta minutos, associando-se processos como calor ou ação mecânica ou ainda adição de detergentes. Quando os artigos são sensíveis ao calor, recomenda-se a utilização de processos químicos. Os desinfetantes para lactários mais descritos e permitidos são o hipoclorito de sódio, de lítio e de cálcio. Entre os desinfetantes indicados para superfícies fixas de ambientes de serviços de saúde e que são permitidos encontram-se os álcoois, os fenólicos, o iodo e seus derivados, os liberadores de cloro ativo e os quaternários de amônio.

A **esterilização** promove a destruição de todas as formas de vida microbiana, as formas vegetativas, as esporuladas, os fungos e os vírus mediante aplicação de agentes físicos e químicos. O agente esterilizador físico mais descrito e aconselhado é o vapor saturado sob pressão (autoclaves); o calor seco é recomendado para artigos sensíveis à umidade; a radiação ultravioleta não é recomendada atualmente para desinfecção de superfícies ou artigos; e a flambagem, embora seja permitido, em laboratório, deve-se ter o critério de escolha e o cuidado de não formar aerossóis com partículas virulentas íntegras.

Os agentes químicos permitidos com capacidade esterilizante são os aldeídos (glutaraldeído) e o óxido de etileno descrito com as normas técnicas na Portaria Interministerial de Saúde e Trabalho de número 4, divulgada em 31 de julho de 1991.

13.11. Cuidados com Descarte de Materiais

13.11.1. Ácidos, Alcalis, Líquidos / Solventes Orgânicos

Devem ser armazenados em tanques contenedores com sistema de tampa de rosca e de segurança. Armazenados primeiramente de forma separada e, se necessário, de acordo com a compatibilidade. Os galões devem ser transportados com segurança até o servidor que processa material resíduo líquido.

Atualmente, segundo informações do pessoal da Limpurb-Bahia, no curso de extensão de pós-graduação em Biossegurança – PPGIm-ICS-UFBA, em agosto de 2000, os fornecedores das substâncias devem coletar os resíduos de sobra e de descarte da unidade a quem vendeu e comercializou o produto químico.

Entretanto Cardoso (1998) informa surpreendentemente como condições específicas no capítulo de resíduos de serviços de saúde que resíduos orgânicos ou inorgânicos devem ser desativados, com o intuito de transformar pequenas quantidades de produtos químicos reativos em produtos derivados inócuos, permitindo sua eliminação sem riscos. Incluindo sais orgânicos de metais tóxicos como o cádmio, chumbo, zinco, cobre, cromo, cobre e prata que com concentrações mínimas podem ser descartadas diretamente na pia nas concentrações 1mg/l, 10 mg/l, 5 mg/l, 5 mg/l, 10 mg/l e 1 mg/l. Ressaltamos, entretanto, que com o efeito cumulativo por serem substâncias que não são degradadas e se perpetuam na cadeia alimentar, gera riscos e, portanto, recomendamos a solicitação do auxílio de agências especiais, se possível, com tecnologia de tratamento de resíduo para efetuar tal encaminhamento final de forma adequada. Os resíduos gerados com produtos ácidos inorgânicos devem ser neutralizados e diluídos antes de serem eliminados na pia.

13.11.2. Acrilamida

Deve ser polimerizada antes de ser descartada como lixo comum de laboratório.

13.11.3. Brometo de Etídio

O Manual de Laboratório editado por Maniatis e colaboradores (1989) recomenda vários métodos de diversos autores para a inativação e descontaminação do brometo de etídio, composto químico de moderada toxicidade e poderosas características mutagênicas e carcinogênicas, utilizado amplamente em experimentos com biologia molecular.

Descontaminação para soluções contendo >0,5 mg/ml

Baseado no método descrito por Lunn e Sansone (1987) - redução em 200 vezes a atividade mutagênica confirmada em ensaio de microssomo com Salmonella:

- ▶ Adicionar água para reduzir a concentração de brometo a < 0,5 mg/ml.
- ▶ Adicionar 0,2 volumes de ácido hipofosforoso* 5% (recém-preparado)
- ▶ Acrescentar à mistura nitrito de sódio 0,5M (recém-preparado)
- ▶ Certificar-se de que o pH esteja abaixo de 3.0.
- ▶ Incubar o material por 24 horas à temperatura ambiente.
- ▶ Adicionar bicarbonato de sódio 1M em excesso (pelo menos o dobro do volume do material).
- ▶ Este material já pode ser descartado.

Observações:

- O material deve ser acondicionado em recipiente com boca larga e com tampa.
- (*) o ácido hipofosforoso é altamente tóxico e deve ser manipulado com cuidado!

Baseado no método descrito por Quillardet e Hofnung (1987) - redução em 3000 vezes a atividade mutagênica confirmada em ensaio de microssomo com Salmonella, entretanto Lunn e Sansone (1987) relatam a atividade mutagênica em algumas partidas ocasionais tratadas com as soluções descontaminantes:

- ▶ Adicionar água para reduzir a concentração de brometo a < 0,5 mg/ml.
- ▶ Adicionar 1 volume de KMnO_4 0,5 M agitar cuidadosamente e incubar a temperatura ambiente por muitas horas*.
- ▶ Acrescentar à mistura 1 volume de NaOH 2,5 N.
- ▶ Agitar cuidadosamente.
- ▶ Este material já pode ser descartado.

Observações:

- (*) recomenda-se um período de aproximadamente 12 horas.
- o KMnO_4 é irritante e explosivo - devendo ser manipulado em capela / cabina para produtos químicos.

Descontaminação de soluções diluídas (tampão do gel contendo 0,5 µg/ml)

Baseado no método descrito por Lunn e Sansone (1987):

- ▶ Adicionar 2,9 g de resina amberlite XAD-16 (absorvente polimérico não-iônico) para cada 100 ml de solução, água para reduzir a concentração de brometo a < 0,5 mg/ml.
- ▶ Incubar a solução por 12 horas a temperatura ambiente, em agitação contínua.
- ▶ Filtrar a solução em papel de filtro Whatman nº 1 e descartar o filtrado.
- ▶ Selar o filtro e a resina amberlite em uma bolsa plástica e descartar no lixo **de risco**.

Baseado no método descrito por Bensaude (1988):

- ▶ Adicionar 100 mg de carvão ativado em pó para cada 100 ml de solução.
- ▶ Incubar a solução por uma hora a temperatura ambiente, em agitação contínua.
- ▶ Filtrar a solução em papel de filtro Whatman nº 1 e descartar o filtrado.
- ▶ Selar o filtro e o carvão ativado em uma bolsa plástica e descartar no lixo para **material de risco**.

13.12. Lista de Endereços e Contatos Telefônicos que Todo Estabelecimento Deve Ter

Lista de Endereços de Controles Importantes que devem constar na agenda dos laboratórios e serviços de saúde (específico para o caso próprio de cada município ou cidade, além do contato nas Cidades e instâncias da capital do Estado e do Distrito Federal):

- ▶ Ambulatório de Saúde do Trabalhador / Escola Nacional de Saúde Pública (21-598-4413 / 4414);
- ▶ Centro de Recursos Ambientais;
- ▶ Centro de Tratamento de Resíduos e Efluentes (CETREL);
- ▶ Comissão Técnica Nacional de Biossegurança;
- ▶ Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública (21-598-4413 / 4414);
- ▶ Corpo de Bombeiros;
- ▶ Departamento de Defesa Animal;
- ▶ Departamento de Defesa e Inspeção Animal;
- ▶ Departamento de defesa e Inspeção Vegetal;
- ▶ Emergências.
- ▶ Empresa de Saneamento e Esgoto;
- ▶ Fundação de Assistência ao Estudante (FAE);

- ▶ Ministério da Agricultura e do Abastecimento;
- ▶ Ministério da Ciência e da Tecnologia;
- ▶ Ministério da Indústria;
- ▶ Ministério de Educação e do Desporto;
- ▶ Ministério do Bem-Estar Social;
- ▶ Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos;
- ▶ Organização Mundial da Saúde OMS / "WHO" – Technical Reports. Setor de Doenças Transmissíveis. Organização Mundial da Saúde 1221 Genebra 27, Suíça;
- ▶ Secretaria da Saúde da Cidade de Salvador;
- ▶ Secretaria da Saúde do Estado da Bahia;
- ▶ Secretaria de Projetos Educacionais Especiais;
- ▶ Secretaria dos Direitos da Cidadania e Justiça;
- ▶ Secretaria Nacional de Entorpecentes;
- ▶ Serviço de Defesa Sanitária Animal;
- ▶ Serviço de Defesa Sanitária Vegetal;
- ▶ Serviço de Medicina do Trabalho;
- ▶ Serviços provedores de:
 - Luz / Energia Elétrica;
 - Limpeza / Tratamento de Resíduos;
 - Tratamento de Efluentes e Saneamento;
 - Tratamento de Água.
- ▶ Vigilância Sanitária;

13.13. Referências

13.13.1. Impressos

- ▶ ANBio 1999. Curso de Adequação Física e de Procedimentos Laboratoriais às Normas de Biossegurança. (Curso de agosto de 1999).
- ▶ BANGE, F. C.; COLLINS, F. M. & JACOBS, W. R. Jr. Survival of mice infected with **Mycobacterium smegmatis** containing large DNA fragments from Mycobacterium tuberculosis Tuber Lung Dis 1999; 79 (3): 171-80.
- ▶ BENSUADE, O. **Ethidium bromide and safety** - Readers suggest alternative solutions. Letter to editor. Trends Genet. 4:89. 1988.
- ▶ BEST, M.; SATTAR, S. A.; SPRINGTHORPE, V. S. & KENNEDY, M. E. **Comparative mycobactericidal efficacy** of chemical disinfectants in suspension and carrier tests. Appl Environ Microbiol. 1988 Nov;54(11):2856-8.

- ▶ CARDOSO, T. A.O Em ODA, L. M./Org. - **Manual para Identificação de Percepção dos Riscos em Laboratórios de Saúde Pública**. Ministério da Saúde. 1998.
- ▶ Diário Oficial de 09/06/1997, **Instrução Normativa nº 7 da CTNBio**, pp. 11827-11833.
- ▶ Fiocruz - Comissão Técnica de Biossegurança da (CTBio) – Ministério da Saúde. **Procedimentos para a manipulação de microorganismos patogênicos e ou recombinante na Fiocruz**. 1998.
- ▶ FLEMING, D. O.; RICHARDSON, J. H.; TULIS, J. J. & VESLEY, D. **Laboratory Biosafety Princípios e Práticas**. 2nd edition. ASM Press.
- ▶ _____. **Laboratory safety** – Principle and practices - 2nd. Edition ASM Press – Washington –DC. 1998.
- ▶ FRAGATA, Filho A. A.; LUQUETTI, A. O.; PRATA, A.; RASSI, A.; GONTIJO, E. D.; FERREIRA, H. O.; CANÇADO, J. R.; COURA, J. R.; ANDRADE, S. G.; MACEDO, V.; AMATO, Neto V.; OLIVEIRA, Jr. W. & BRENER, Z. *Parasitol Today*, 13(4): 127-128. 1997.
- ▶ FRIDAN, D. & colaboradores. **Efeitos biológicos das radiações I: ação a nível molecular**. Cap. 10 pp. 250-255 / 295 - Em *Biofísica Fundamental* Muradás, A e colaboradores Ed KRM Editoração PA-RGS – Brasil. 1995.
- ▶ GALVÃO, L. M. C.; NUNES, R. M. B.; CANÇADO, J. R.; BRENER, Z. & KRETTLI, A. U. **Lytic antibody titre as a means of assessing cure after treatment of Chagas disease: a 10 years follow-up study**. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 87: 220-223. 1993.
- ▶ GILCHRIST, D. M. **Improving preventive care**. *CMAJ*. Jul 27; 161 (2): 126-7. 1999.
- ▶ Governo do Estado da Bahia. Secretaria Saúde. Serviço de Vigilância Sanitária, outubro de 1990. **Normas de Vigilância Sanitária – Portaria nº 2.101/90**, pág. 47 a 52.
- ▶ Governo do Estado de São Paulo, junho de 1998. **Atualidades em DST/AIDS, Biossegurança**, ano I número 1.
- ▶ GRIST, N. R. **Manual de Biossegurança para laboratório**. 2^a edição: Santos Editora e Livraria. 1995.
- ▶ HARDING, L. & LIBERMAN, D. F. *Epidemiology of Laboratory-Associated Infections*, p. 7-15. In **Laboratory Safety: Principles and Practices**, 2^a edição, (Ed) ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, DC. 1995.
- ▶ HERWALD, B. L. & JURANEK, D. D. **Laboratory – acquired Malaria, Leishmaniasis, Trypanosomiasis and Toxoplasmosis**. *Am. J. trop. Med. Hyg* 48 (3): 313-323. 1993.
- ▶ _____. *Protozoa and Helminths*, p. 77-91. In **Laboratory Safety: Principles and Practices**, 2^a edição, (Ed) ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, DC. 1995.
- ▶ JUNQUEIRA & CARNEIRO. **Histologia Básica**. Ed. Guanabara Koogan. 1996.
- ▶ KENNY, M. T.; SABEL, F. L. *Particle size distribution of Serratia marcescens aerosols created during common laboratory procedures and simulated laboratory accidents*. *Appl Microbiol Aug*; 16 (8): 1146-50. 1968.

- ▶ KO, G.; FIRST, M. W. & BURGE, H. A. **Influence of relative humidity on particle size and UV sensitivity of *Serratia marcescens* and *Mycobacterium bovis* BCG aerossóis**. *Tuber Lung Dis* 2000 Oct; 80(4/5):217-228. 2000.
- ▶ KRAUTZ, G. M.; KISSINGER, J. C. & KRETTLI, A. U. The targets of the lytic antibody response against ***Trypanosoma cruzi***. *Parasitol Today*, 16(1): 31-34. 2000.
- ▶ KRETTLI, A. U.; CANÇADO, J. R. & BRENER, Z. Effect of specific chemotherapy on the levels of lytic antibodies in Chagas's disease. ***Trans R Soc Trop Med Hyg***, 76(3): 334-340. 1982.
- ▶ KRETTLI, A. U. Diagnosis of ***Trypanosoma cruzi*** chronic infections in humans: usefulness of the complement regulatory protein antigens and lytic antibodies in the control of cure. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 94(suppl.1): 301-304. 1999.
- ▶ LEHNINGER, A. **Princípios da Bioquímica**. Sarvier. 1986.
- ▶ LUNN, G. & SANSONE, E. B. Ethidium bromite: destruction and decontamination of solutions. ***Annal.Biochem.*** 162:453-. 1987.
- ▶ MANIATIS, T.; FRITSCH, E. F. & SAMBROOK, Joseph. In **Molecular cloning: a laboratory manual - 2nd**. Edition Cold Spring Harbor Laboratory Press - NY - USA. 1989.
- ▶ Ministério da Saúde de Brasília. **Biossegurança de Unidades Hemoterápicas e Laboratórios de Saúde Pública Coordenação Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS**. Série Telelab. 1999.
- ▶ MURADÁS, A. S.; QUILLFELDT, J. A. & ROLLIN, G. A. F. S. **Biofísica Fundamental**. KRM Editoração e Impressão Comunicação Impressa (RS - Brasil). 1995.
- ▶ ODA, L. M./Org. **Manual para Identificação de Percepção dos Riscos em Laboratórios de Saúde Pública**. Ministério da Saúde. 1998.
- ▶ ODA, L. M.; ÁVILA, S. M./Org. **Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública**. Ministério da Saúde - Fiocruz. 1998.
- ▶ ODA, L. M. ANBio. **Apostila do Curso de Adequação Física e de Procedimentos Laboratoriais às Normas de Biossegurança**. 1999.
- ▶ PARKS, S. R; BENNETT, A. M.; SPEIGHT, S. E. & BENBOUGH, J. E. **An assessment of the Sartorius MD8 microbiological air sampler**. *J Appl Bacteriol* 1996. May; 80(5):529-34. 1996.
- ▶ QUILLARDET, P. & HOFNUNG, M. **Ethidium bromide and safety** - Readers suggest alternative solutions. letter to editor: *Trends Genet.* 4:89. 1987.
- ▶ ROSS & ROWRELL. **Histologia texto e atlas**. 2^a edição: Ed. Panamericana. 1993.
- ▶ RUTALA, W. A., JONES S. M.; WORTHINGTON, J. M.; REIST, P. C. & WEBER, D. J. Efficacy of portable filtration units in reducing aerosolized particles in the size range of ***Mycobacterium tuberculosis***. *Infect Control Hosp Epidemiol* Jul; 16(7):391-8. 1995.
- ▶ SOUZA, M. M. **Biossegurança no laboratório clínico**. Livraria e Editora Eventos. 1998.
- ▶ STEVENS & LOWE. **Histologia**. Ed. Manole. 1995.

- ▶ VON DOLINGER, Brito D.; MATOS, C.; ABDALLA, V. D. A. Filho & PINTO, Gontijo P. Filho. An Outbreak of Nosocomial Infection Caused by ESBLs Producing **Serratia marcescens** in a Brazilian Neonatal Unit. *Braz J Infect Dis.* Aug; 3(4): 149-155. 1999.
- ▶ WILLEKE, K.; QIAN, Y.; DONNELLY, J.; GRINSHPUN, S. & ULEVICIUS, V. **Penetration of airborne microorganisms through a surgical mask and a dust/mist respirator.** *Am Ind Hyg Assoc J.* Apr; 57(4): 348-55. 1996.

13.13.2. Internet

- ▶ OSHA – USA. Modelo de regulamentação do trabalho como exemplo o formaldeído. Endereço eletrônico: http://www.osha-slc.gov/OshStd_data/1910_1048.html

14. Primeiros-socorros e Segurança em Ambientes de Laboratório

Alfredo Rogério Carneiro Lopes

André Ney Menezes Freire

Sandra Santana Pimentel

Songeli Menezes Freire

14.1. Introdução

Todo cidadão deveria ter a oportunidade de ser informado sobre os procedimentos iniciais de salvamento e primeiros-socorros para as situações cotidianas com que se deparam nas ruas e nos diversos ambientes que freqüentam. Naturalmente, os cursos de treinamento de primeiros-socorros devem ser oferecidos e ministrados por grupos especializados. Por isso a intenção dos autores neste capítulo é de informar ao cidadão e ao trabalhador nas áreas das ciências da saúde e biológicas os primeiros movimentos e procedimentos diante de acidentes que ocorrem nos estabelecimentos fazendo vítimas que podem ser estudantes, pacientes, profissionais técnicos ou mesmo visitantes.

Este capítulo foi preparado com as informações obtidas de diversas publicações impressas, cartazes da MERCK (SOS – produtos químicos), e publicações virtuais na rede *internet*, além de encontros realizados, como o Curso de Adequação Física e de Procedimentos Laboratoriais às Normas de Biossegurança, ministrado pela ANBio, na apostila de agosto de 1999, e bibliografias clássicas de Lunn, G. e Sansone, E. B. (1987) / Grist O. (1995) / Souza, M. M. (1998) / Fleming; et al (1998) / Oda (1998, 1999). Alguns dados foram obtidos nos sites da Osha-USA, MSHA-USA e de primeiros-socorros da Fundação para o Desenvolvimento das Ciências (FDC).

Lembramos que é indispensável a sinalização na entrada e nos setores internos da unidade, bem como o controle na entrada e saída de pessoal visitante ou paciente.

O manual de procedimento deve ser revisado e atualizado, sempre que possível, e os dispositivos ou equipamentos de proteção individual e coletiva devem ser utilizados sempre que houver recomendação na atividade a ser desempenhada pelo profissional ou estudante supervisionado.

Os contatos telefônicos, endereços dos estabelecimentos e instituições importantes para casos de acidentes devem estar em local visível e de fácil acesso. As fichas dos profissionais e estudantes devem estar devidamente preenchidas; os visitantes e pacientes devem ter constante informação sobre a área em que podem transitar.

Em caso de acidente, o profissional deve avisar do ocorrido e solicitar ajuda ao companheiro mais próximo que deve, com tranquilidade, sem desespero, controlar a situação e avisar ao supervisor ou responsável do setor e do estabelecimento.

Após desenvolvimento dos primeiros-passos e atividades de primeiro-socorro, já sem risco de vida, o acidentado e uma testemunha deverão preencher o formulário de acidente. A chefia do setor deverá reunir-se, posteriormente, para avaliar a possibilidade de prevenir um novo acidente com a mesma causa, estabelecendo mecanismos de controle para evitar futuros acidentes.

14.2. Acidentes e Primeiros-socorros / Primeiros Auxílios

Os efeitos tóxicos, mutagênicos, carcinogênicos, teratogênicos devem ser sempre cuidadosamente calculados e evitados. O risco está sempre associado à frequência de uso da droga, condições de exposição à droga, concentração, dose e susceptibilidade do indivíduo.

Os maiores acidentes acontecem por ignorância, descuido, descaso, pressa, condições precárias ou inadequadas de trabalho.

O profissional que desenvolve a atividade de rotina com drogas que eventualmente são tóxicas, neurotóxicas, carcinogênicas, mutagênicas ou teratogênicas deve fazer uso dos dispositivos e equipamentos de proteção individual e coletiva e conhecer indiscutivelmente os procedimentos após acidentes.

O profissional que eventualmente for desenvolver atividades com uma nova droga deve ler o rótulo e procurar saber o procedimento em casos de acidentes de derramamento, dispersão, aerossolização, vaporização que provoquem queimadura, intoxicação, irritação na pele, olho, boca, nariz e ainda que, eventualmente, como consequência dos efeitos agudos, possa sofrer alteração das funções vitais como locomoção e comportamento apresentando problemas como náusea, confusão, parada respiratória, convulsões ou perda de sentidos. A perturbação ou confusão no comportamento pode induzir a uma queda que gere uma amplificação dos danos e problemas que, inicialmente, seriam mínimos. O profissional deve vistoriar a área de desenvolvimento da atividade e verificar sua adequação (espaço, iluminação,...) e liberdade de movimentos.

O profissional que trabalha frequentemente na rotina deve considerar a grande maioria dos corantes, utilizados em anatomia patológica e em estudos de biologia molecular e celular, como mutagênicos e carcinogênicos. Portanto recomenda-se a utilização de proteção individual.

Vapores gerados durante o desenvolvimento de uma atividade podem causar desfalecimento, perda dos sentidos ou ainda, quando acompanhados de calor, queimaduras cujo grau de gravidade irá depender da extensão da queimadura e do tipo de substância ou do aparelho envolvido no acidente.

14.2.1. Derramamentos e Utilização de Alguns Kits de Limpeza

Deve-se isolar e conter a área, e a limpeza deve ser realizada com luvas resistentes e proteção individual.

Os acidentes com substâncias ou **produtos ácidos de origem mineral ou orgânica** devem ser tratados com produtos que os neutralizem e os solidifiquem em sais para facilitar a limpeza. Algumas empresas comerciais, como a Fisher, produzem kits de agentes para acidentes com ácidos deste tipo que utilizam uma solução à base de óxido de magnésio.

Para acidentes com **produtos cáusticos**, algumas empresas comerciais que produzem kits de agentes para tratamento com produtos deste tipo utilizam uma solução à base de ácido cítrico, que funciona como neutralizante e solidificante transformando-os em sais fáceis de limpar e de desprezar no lixo.

Para **solventes**, por exemplo, algumas empresas comerciais que produzem kits de agentes para acidentes utilizam uma solução à base de material carbonáceo, que adsorve muitos solventes líquidos, monômeros e fluidos combustíveis, reduzindo a vaporização. Mas não se recomenda, por exemplo, para peróxidos orgânicos e componentes de hidrazina.

Os agentes contra o **formaldeído** são à base de uréia, pois reagem formando um polímero de formaldeído-uréia que tem característica sólida.

A limpeza de regiões do corpo deve ser realizada conforme recomendação. Após neutralização em alguns casos e, posteriormente, com água. Nos olhos em geral deve-se utilizar solução salina fisiológica (isotônica), por apresentar concentração e pH próximo a da secreção da mucosa do olho e da lágrima, se não estéril, com certificação de isenção de microorganismos. O guia de procedimentos específicos e tratamento da Merck, porém, recomenda lavagem abundante com água corrente.

Agentes físicos como luz ultravioleta produzem lesões no olho que se tornam dolorosas algumas horas após a exposição. Entretanto a vítima deve ser encaminhada imediatamente ao oftalmologista onde será recomendada aplicação de analgésico e / ou antiinflamatório.

Acidentes com materiais perfuro-cortantes de grande extensão que gerem cortes com sangramentos e hemorragias intensas serão tratados abaixo; assim como as drogas mais comumente utilizadas com alguns dados sobre efeito agudo, crônico e primeiros-socorros.

Segundo o Guia de Procedimentos Específicos e Tratamento da Merck (SOS produtos químicos), que divulga seu funcionamento 24 horas pelo telefone (xx-21-444-2001), os produtos químicos são classificados em 12 famílias*: álcoois e glicóis; tóxicos metálicos; hidrocarbonetos aromáticos; ésteres, aldeídos, cetonas e ésteres; cianetos; álcalis e fosfatos; flúor, fluoretos de hidrogênio e derivados; corrosivos; compostos de nitrogênio (nitro e amino compostos); compostos de hidrogênio, sulfetos mercaptanos, dissulfeto de carbono; hidrocarbonetos halogenados; fenóis e derivados.

Em determinadas situações recomenda-se a administração de antídotos (transcrita da Tabela SOS - Merck).

Tabela 14.1

INTOXICAÇÃO	ANTÍDOTO	FORMA DE ADMINISTRAÇÃO RECOMENDADA
*Ácidos	Giz (carbonato de cálcio)	Suspensão em água - ADMINISTRAR VIA ORAL
*Ácidos	Hidróxido de cálcio	Solução a 0,4% - ADMINISTRAR VIA ORAL
*Ácidos, arsenitos e arsenatos	Leite de magnésia	40g em 1 litro de água – LAVAGEM GÁSTRICA
*Ácidos, alumínio, arsênico e zinco	Óxido de magnésio	Solução aquosa a 0,25% - LAVAGEM GÁSTRICA

(continua)

Tabela 14.1 (continuação)

INTOXICAÇÃO	ANTÍDOTO	FORMA DE ADMINISTRAÇÃO RECOMENDADA
*Álcalis	<i>Ácido acético</i>	Solução a 1% diluída em água. Vinagre diluído na proporção 1:4 em água - ADMINISTRAR VIA ORAL
Álcalis	<i>Frutas cítricas</i>	Suco – ADMINISTRAR VIA ORAL
*Alcalóides, fenóis e sais metálicos	<i>Água albuminosa</i>	4 claras de ovo em + 1 litro de água - LAVAGEM GÁSTRICA
*Alcalóides, estricnina, digitálicos e sais de alumínio, fósforo e prata	<i>Ácido tânico</i>	Solução a 4 % - LAVAGEM GÁSTRICA
*Formaldeído	Acetato de amônio	Solução a 61,5% - LAVAGEM GÁSTRICA
* Fósforo branco	Sulfato de cobre	Solução a 1% – LAVAGEM GÁSTRICA
* Fósforo branco, permanganato de potássio	Água oxigenada	Solução aquosa a 10% – LAVAGEM GÁSTRICA
*Fluoretos e oxalatos	Lactato de cálcio	Solução a 10% – LAVAGEM GÁSTRICA
Fisostigmina, estricnina, morfina	Permanganato de potássio	Solução 1: 10.000
Iodo	Maizena	80g em 1 litro de água – LAVAGEM GÁSTRICA
Metais pesados	Tiossulfato de sódio	15g em 2 litros de água – LAVAGEM GÁSTRICA
Sais de mercúrio	Sulfoxilato, formaldeído sódico	Solução a 5% – LAVAGEM GÁSTRICA
Selênio	Bromobenzeno	Solução de 0,25g a 1g - LAVAGEM GÁSTRICA
Sulfato ferroso	Bicarbonato de sódio	Solução a 5% – LAVAGEM GÁSTRICA
Tóxicos em geral, sais de prata	Soro fisiológico (cloreto de sódio)	Solução a 0,9% - LAVAGEM GÁSTRICA

(conclusão)

Detalhes de alguns produtos químicos

Tabela 14.2

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Acetaldeído (aldeído acético; etanal) *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS E ÉTERES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: irritação de olhos e vias aéreas; alta concentração produz anestesia geral (ação narcótica), hipóxia, edema pulmonar. ▶ Efeito crônico: bronquite (lesão hepática). ▶ Carcinogênico em rato e hamster. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido; ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico. <p>Tratamento indicado - após remover o acidentado do ambiente exposto, administrar oxigênio por inalação. Tratar o edema pulmonar, remover o tóxico por lavagem gástrica ou êmese (indução de vômito) seguida de laxantes.</p>
Acetona (dimetilacetona; 2-propanona) *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS E ÉTERES	Está na categoria dos inflamáveis. <ul style="list-style-type: none"> ▶ <i>Efeito agudo:</i> discreta irritação de olhos, nariz e garganta; anestesia geral; depressão respiratória e do sistema nervoso central; hiperglicemia e cetonemia. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido; ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico. <p>Tratamento indicado - após remover o acidentado do ambiente exposto, administrar oxigênio por inalação. Tratar o edema pulmonar, remover o tóxico por lavagem gástrica ou êmese (indução de vômito) seguida de laxantes. Monitorizar por até 30 horas por causa da eliminação prolongada da acetona.</p>

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Acetonitrila, metilcianeto ou cianureto metílico *FAMÍLIA DOS CIANETOS	<p>▶ Efeito agudo: irritação das vias aéreas; intoxicação pelo cianureto; efeito retardado; deve requerer ingresso numa UTI; pode levar à morte.</p> <p>Primeiros-Socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Se a exposição for grande, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave a parte externa com bastante água e beba um pouco de água. Procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas e só use-as novamente após lavagem. Em casos graves, procure o médico e aplique respiração artificial, caso a respiração tenha parado. <p>Tratamento indicado - após remover o acidentado do ambiente exposto, administrar o nitrito de amila em inalação (0,2 ml em 3 minutos) a cada cinco minutos até que a pressão sanguínea sistólica chegue a 80mmHg. Aplicar respiração de oxigênio a 100%. Tratamento hiperbárico tem sido utilizado. Tratar o edema pulmonar, remover o tóxico por lavagem gástrica ou êmese (indução de vômito) seguida de laxantes (Lista da Merck).</p> <p>Antídoto: administrar 10 ml de solução de nitrito de sódio a 3% i.v. em uma velocidade de 2,5 a 5,0ml por minuto. Suspender se a a pressão sanguínea sistólica chegar abaixo de 80mmHg. Após o nitrito, aplicar 50ml de Tiosulfato de sódio a 25% e.v. a uma velocidade de 2,5 a 5 ml por minuto (Lista da Merck) i.v.</p>
Ácido acético / Ácido acético glacial * FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	<p>▶ Efeito agudo: irritação dos olhos.</p> <p>▶ Efeito crônico: edema pulmonar.</p> <p>Primeiros-Socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. <p>Tratamento indicado - em caso de INGESTÃO, não utilizar lavagem gástrica ou medidas provocadoras de vômito. NEUTRALIZAR o ácido ingerido imediatamente após o acidente e administrar o antídoto específico, LEITE DE MAGNÉSIA 100 a 200 ml. SE HOUVER SUSPEITA DE PERFURAÇÃO DE ESTÔMAGO OU ESÔFAGO NÃO ADMINISTRAR NADA PELA BOCA.</p>

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Ácido acético / Ácido acético glacial *FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Administrar líquido continuamente em caso de vômitos persistentes. O ÁCIDO INGERIDO DEVE SER DILUÍDO NA ORDEM DE 100 VEZES PARA TORNÁ-LO INÓCUO PARA O TECIDO. ▶ Para aliviar a dor, APLICAR SULFATO DE MORFINA 5 a 10mg a cada quatro horas se necessário. Evitar a depressão do sistema nervoso central. ▶ Tratar a asfixia decorrente do edema de glote. ▶ Tratar o choque por transfusão ou administração de dextrose a 5% em soro fisiológico. ▶ MANTER o estado nutricional administrando 400g de hidrato de carbono via endovenosa diariamente. ▶ Adminstrar diariamente 60mg de prednisolona para reduzir a formação de estenose esofágica. ▶ <i>OLHOS</i> - neutralizar o ácido, lavar a área afetada com água em abundância. Não utilizar antídotos químicos. Aplicar colírio anestésico e gaze estéril. ▶ <i>PELE</i> – após retirar o excesso do ácido, tratar as queimaduras como queimaduras térmicas. ▶ Em caso de INALAÇÃO – utilizar medidas de ressucitação respiratória, tratar o choque e edema pulmonar. Em casos graves administrar diariamente 60mg de prednisolona para reduzir a formação de estenose esofágica (Lista da Merck).
Ácido clorídrico * FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	<p>O hidrácido ou haleto de hidrogênio é irritante ao aparelho respiratório e digestivo; cáustico e corrosivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: irritação de mucosas e queimadura quando em contato com a pele; Dificuldade respiratória, hipotensão, edema pulmonar, acidose metabólica, nefrite e insuficiência renal podem ocorrer. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Pode ser neutralizado com gluconato de cálcio no local e recomende procurar o médico. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Ácido fluorídrico * FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	Está na categoria dos corrosivos. O <u>ácido fluorídrico</u> penetra profundamente na pele tanto em forma gasosa quanto em forma aquosa. Em caso de acidente, seguir a mesma recomendação para o ácido clorídrico.
Ácido nítrico * FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	O ácido nítrico é capaz de destruir estruturas protéicas; deve ser aberto com cuidado; é altamente corrosivo. Deve ser tratado do mesmo modo que o ácido sulfúrico. Reage intensamente com o anidrido acético provocando explosão. ▶ Efeito agudo: irritação de mucosas, queimadura severa e corrosão quando em contato com a pele. Dispneia, colapso circulatório, edema pulmonar e acidose metabólica podem ocorrer. Primeiros-socorros: ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico.
Ácido sulfúrico * FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	É um oxiácido; poderoso agente oxidante, desidratante, corrosivo e cáustico. Provoca queimaduras severas na pele e olhos. Reage com explosão aos cloratos metálicos, sódio e potássio metálico e permanganatos. Ingestão causa hemorragia, necrose e perfuração do trato digestivo. Morte pode advir de súbito colapso, hemorragia e perfuração gástrica. Deve-se neutralizar antes de lavar o local. Procurar imediatamente o médico.
Acrilamida * FAMÍLIA DOS (COMPOSTOS DE NITROGÊNIO) OU DOS NITRO E AMINO COMPOSTOS	A <u>acrilamida</u> é neurotóxica e deve ser manipulada com cuidados especiais de máscara, proteção ocular e luvas. Ao terminar sua utilização recomenda-se sua polimerização prévia ao descarte. Nunca deve ser "desprezada" na pia ou lixo de descarte em forma líquida. ▶ Efeito agudo: toxicidade neurológica; Hipotensão, taquicardia, depressão respiratória e colapso cardiovascular podem ocorrer. Primeiros-socorros: ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Se a exposição for grande, procure o médico. Realizar exame rotineiro neurológico caso a exposição seja prolongada e em grandes proporções. Em casos graves, procure o médico e aplique respiração artificial caso a respiração tenha parado. ▪ <i>Boca:</i> lave a parte externa e interna com bastante água e beba um pouco de água. Procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a abundantemente com água e sabão. Remova as roupas e só use-as novamente após lavagem separada de outras roupas de uso doméstico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Acrilamida *FAMÍLIA DOS (COMPOSTOS DE NITROGÊNIO) OU DOS NITRO E AMINO COMPOSTOS	Remoção do tóxico da pele. Em caso de ingestão, remover o tóxico por lavagem gástrica ou êmese (indução de vômito) e laxantes. Administrar oxigênio em caso de respiração superficial e anóxia. O antídoto recomendado na METAHEMOGLOBINEMIA GRAVE é o azul de metileno (10 a 50ml) de solução a 1% via e.v. lentamente, para reverter a metahemoglobina em hemoglobina normal. Outras medidas que podem ser indicadas: hemodiálise ou ex-sangüíneo-transfusão em intoxicações mais graves.
Acroleína * FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS E ÉTERES	▶ Efeito agudo: lacrimejamento; irritação das vias aéreas. Dificuldade respiratória, edema pulmonar, broncoespasmo e insuficiência respiratória podem advir. Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, descanse mantenha aquecido. Se a exposição for grande, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave a parte externa com bastante água e beba um pouco de água. Procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas e só use-as novamente após lavagem.
Água oxigenada (Peróxido de hidrogênio ou Peridrol) *FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	▶ Efeito agudo: queimadura e irritação em alta concentração (>10%). Apnéia e hipotensão ocorre em envenenamento severo. Inflamação gastrointestinal ocorre após ingestão. Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico informando o tipo de acidente (queimadura).
Alcool isoamílico *FAMÍLIA DOS ÁLCOOIS e GLICÓIS	▶ Efeito agudo: intoxicação aguda por ingestão. Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomenda-se remoção do produto por lavagem gástrica ou por utilização de eméticos e laxantes. ▪ No caso de ingestão de etileno glicol recomenda-se a administração de 10ml de gluconato de cálcio a 10% e.v. para precipitar o produto metabólico – o ácido oxálico. Tratamento indicado - é a manutenção das vias aéreas adequadas; se necessário, aplicar respiração artificial. Manter a temperatura corpórea normal. ADMINISTRAR 2g (1 colher de chá) de bicarbonato de sódio em 250ml (1 xícara) a cada duas horas para manter a urina neutra ou levemente alcalina. Evitar administração de fluidos em excesso e drogas depressoras. Quando houver hipoglicemia administrar glicose 10 a 50% e.v. A hemodiálise é indicada quando os níveis de alcoolemia ultrapassam 0,5%.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Álcool metílico *FAMÍLIA DOS ÁLCOOIS e GLICÓIS	▶ (ver metanol)
Amônia *FAMÍLIA DOS ALCALIS E FOSFATOS	▶ Efeito agudo: irritação de olhos, de mucosas e trato respiratório, chegando a edema pulmonar grave. ▶ Efeito crônico: edema pulmonar. Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe com grande quantidade de água até o desaparecimento do aspecto saponáceo. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave vigorosamente com água, beba água intercalando com vinagre, ácido acético a 1% ou suco de limão. Procure o médico. Tratamento para os OLHOS – lavar em água corrente por 5 minutos e irrigar com soro fisiológico durante 30-60 minutos. Aplicar compressas estéreis e analgésicas – levar ao oftalmologista para prevenção de lesão. Tratamento indicado para INTOXICAÇÃO AGUDA POR INGESTÃO é a diluição do álcali administrando leite ou água e favorecendo a indução de vômitos. Suco de frutas, vinagre diluído em igual quantidade com água, suco de limão para neutralizar o álcali. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar esofagoscopia e irrigar as áreas afetadas com ácido acético 1%. ▪ Antídoto: são necessários 2 litros de suco para neutralizar 30g de álcali ingerido. Na ingestão de fosfatos – administrar 5ml de gluconato de cálcio 10% via endovenosa para restaurar os níveis normais de cálcio iônico. ▪ Administrar diariamente 60mg de prednisolona para reduzir a formação de extenose esofágica ou a progressão da doença fibrocística e hialina dos pulmões.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Anidrido acético (óxido acetílico; anidrido etanóico) *FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	<p>▶ <i>Efeito agudo</i>: intensa irritação de olhos e vias aéreas superiores; ação corrosiva.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões</i>: remova da exposição e mantenha aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele</i>: banhe-a com água e aplique pasta de magnésia glicerol. Empolamento ou queimaduras deverão receber cuidado médico. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca</i>: lave-as vigorosamente com água e beba água intercalado com leite de magnésia. Procure o médico.
Anilina (aminobenzeno; fenilamina) *FAMÍLIA DOS COMPOSTOS DE NITROGÊNIO (NITRO E AMINO COMPOSTOS)	<p>▶ <i>Efeito agudo</i>: cianose devido à metemoglobinemia; discreta ação narcótica; paralisia do centro respiratório; colapso cardiovascular; dano hepático e icterícia podem ocorrer.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões</i>: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele</i>: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca</i>: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
Azida sódica *FAMÍLIA DOS ALCALIS E FOSFATOS	<p>▶ A <u>azida sódica</u> é utilizada como conservante; bloqueia a cadeia respiratória e em contato direto irrita e queima a pele e a mucosa.</p> <p>▶ <i>Efeito agudo</i>: queimadura e irritação. Acidose metabólica; hipotensão, bradicardia, arritmias, convulsões.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pele</i>: banhe-a com água e lave com água e sabão. ▪ <i>Boca</i>: lave-a vigorosamente com água e procure o médico informando o tipo de acidente (queimadura). ▪ Não se recomenda provocar vômito. Ingerir carvão ativado. Tratar convulsões com benzodiazepínicos. Na hipotensão usar solução salina e, se necessário, dopamina ou norepinefrina.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Benzeno *FAMÍLIA DOS HIDRO-CARBONETOS AROMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: anestesia geral. PREVENIR A BRONCOASPIRAÇÃO. ▶ Efeito crônico: leucemia; lesão hepatocelular; anemia aplástica. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico. <p>Tratamento indicado em caso de intoxicação por ingestão se o ingerido for superior a 1ml/kg, deve-se realizar nos primeiros 15 minutos lavagem gástrica evitando novas aspirações. Utilizar xarope de ipeca sem aumentar o risco de broncoaspiração. Administrar purgante salino após o término dos vômitos e realizar lavagem gástrica.</p> <p>Aplicar respiração artificial com oxigênio. Aplicar 1mg/kg de acetato de cortisona via i.m., ou outro corticoesteróide comparável, 1 a 3 vezes por dia para reduzir a reação inflamatória tecidual.</p> <p>Prevenir a pneumonia brônquica administrando 1.000.000U de penicilina diariamente i.m., ou outro quimioterápico antibacteriano durante 3 dias até normalizar a temperatura corpórea.</p>
Brometo de cianogênio	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: dores abdominais, náuseas, diarreia, embaçamento da visão. ▶ Efeito crônico: edema pulmonar. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas e só utilize-as novamente após lavagem. Procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave a parte externa com bastante água e beba água. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Brometo de etídio	<p>O brometo de etídio - como outros compostos utilizados como corantes fluorocrômicos (iodeteo de propídio) – nunca deve ser aquecido a uma temperatura superior a 60°C. Tem caráter carcinogênico, mutagênico devido a sua capacidade de associar-se às cadeias dos ácidos nucleicos.</p> <p>(intercalando-se ao DNA e associando-se ao RNA). No termino de sua utilização deve-se inativá-lo quimicamente para que perca a sua capacidade de interação com os ácidos nucleicos.</p> <p>Lavar a região com água abundante.</p>
Clorofórmio ou Triclorometano *FAMÍLIA DOS HIDROCARBONETOS HALOGENADOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: cefaléia; náuseas; icterícia discreta; anorexia; anestesia geral. Deprime o SNC e coração. ▶ Efeito cônico: lesão hepatorenal; distúrbios gastrointestinais. Em animais de laboratório está associado a propriedades carcinogênicas e mutagênicas. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves, procure o médico e aplique respiração artificial se houver parada. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico. <p>Tratamento indicado em caso de intoxicação aguda por exposição a vapores: administração de oxigênio por inalação e respiração artificial até o retorno da consciência.</p> <p>Em casos de intoxicação aguda por ingestão, recomenda-se a remoção do tóxico por lavagem gástrica ou indução de vômito e laxantes.</p> <p>Manter a pressão sanguínea com administração de glicose a 5% e.v. Não administrar estimulantes. Administrar hidratos de carbono para estimular a função hepática. Administrar cloreto de potássio para corrigir a alcalose.</p> <p>Tratar como hepático e insuficiência renal. A hemodiálise pode ser necessária em caso da necessidade de controle de eletrólitos.</p>
Detergentes	<p>Os detergentes, em geral, irritam as mucosas e a pele. Têm capacidade de solubilizar as proteínas da membrana celular e desgordurar a pele, retirando a sua proteção natural.</p> <p>Recomenda-se detergentes neutros.</p> <p>Enxaguar com água corrente em abundância para retirar restos de detergente que podem desgordurar a pele deixando-a frágil e suscetível a agentes agressores.</p>

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Dioxano *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS e ÉTERES	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: anestesia geral. ▶ Efeito crônico: lesão hepatorenal; efeito carcinogênico. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou de exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba água. Procure o médico.
Éter dietílico *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS e ÉTERES	<p>O éter etílico é produto orgânico, extremamente inflamável. O produto anidro é formador de peróxido (PFP) dependente de oxigênio ou de agentes oxidantes e deve ser armazenado em locais frios, mas não sob refrigeração. Além de causar dependência, provoca vômitos e irritação nos olhos. Pode afetar o sistema nervoso central se a exposição for severa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: vômitos; irritação dos olhos, bradicardia, hipotermia e depressão respiratória estão relatados. ▶ Efeito crônico: cria dependência. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido., em caso de exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba água. Procure o médico.
Etileno glicol *FAMÍLIA DOS ÁLCOOIS E GLICÓIS	<p>Tratamento - no caso de ingestão de etileno glicol, recomenda-se a administração de 10 ml de gluconato de cálcio a 10% i.v. para precipitar o produto metabólico – o ácido oxálico.</p>
Fenol *FAMÍLIA DOS FENÓIS E DERIVADOS	<p>O <u>fenol</u> possui atividade contra todas as formas vegetativas de todos os microorganismos descritos, mas não são eficazes contra os esporos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: dor abdominal; vômitos; diarreia, irritação cutânea; dor ocular; ação corrosiva; hipertensão e dano hepático. ▶ Efeito crônico: distúrbios do sistema nervoso central; estado de coma.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Fenol *FAMÍLIA DOS FENÓIS E DERIVADOS	<p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> remova as roupas contaminadas e enxágüe a pele com glicerol, polietileno glicol ou mistura de polietilenoglicol líquido com álcool metílico 7,3 durante 10 minutos. Use água se o solvente não estiver disponível de imediato. Utilize as roupas novamente após lavagem. Procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Beba água ou leite e procure o médico <p>Tratamento - em caso de ingestão, DEVE-se atrasar a absorção do veneno ingerido dando água, leite ou carvão ativado e depois removê-lo por lavagens gástricas repetidas ou êmese (indução de vômito) com água seguida de 60ml de óleos de rícino, que dissolve o fenol, retarda sua absorção e acelera sua remoção. Indica-se substituir o óleo por um laxante salino.</p> <p>O fenol superficial após removido com lavagens da pele e mucosa com grande quantidade de água durante 15 minutos. Aplicar óleo de rícino ou álcool etílico a 10%.</p>
Formaldeído (formol) *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS e ÉTERES	<p>O <u>formaldeído</u> é um aldeído, que com o passar do tempo é convertido naturalmente em ácido fórmico, considerado como um irritante secundário. Irritante para as vias aéreas, pele e mucosa quando usado em tempos prolongados, o efeito crônico é referido como edema e câncer de vias aéreas. O comercial contém 37% de substância pura e contém cerca de 11% de metanol.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: irritação das vias aéreas, pele e mucosas. Tratar edema pulmonar, hipóxia e coma. Náuseas, vômitos, sangramento e perfuração gastrointestinal. ▶ Efeito crônico: edema pulmonar e câncer da naso faringe. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e lave-as com sabão e água antes de utilizá-las novamente. Procure o médico ao contato prolongado. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba leite. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Glicol *FAMÍLIA DOS ÁLCOOIS E GLICÓIS	Tratamento - no caso de intoxicação por ingestão de glicol e na presença de insuficiência renal administrar líquidos até 4 litros ou mais por dia, para aumentar a excreção do glicol.
Glutaraldeído *FAMÍLIA DOS ÉSTERES, ALDEÍDOS, CETONAS e ÉTERES	O glutaraldeído é eficaz contra todos os microorganismos. Tóxico, irritante, mutagênico em ratos. ▶ Efeito agudo: irritação de olhos, mucosas e queimadura quando em contato com a pele. Inalação causa coriza, cefaléia, epistaxis, asma, taquicardia, náusea e vômitos. Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. Procure o médico.
Hidroquinona *FAMÍLIA DOS FENÓIS E DERIVADOS	Tratamento - em caso de ingestão, DEVE-se atrasar a absorção do veneno ingerido dando água, leite ou carvão ativado e depois removê-lo por lavagens gástricas repetidas ou êmese (indução de vômito) com água seguida de 60ml de óleos de rícino, que dissolve o fenol, retarda sua absorção e acelera sua remoção. Indica-se substituir o óleo por um laxante salino.
Hidróxido de amônia	O hidróxido de amônia é extremamente irritante aos olhos e sistema respiratório e exige-se utilização de máscara contra gases. ▶ Efeito agudo: irritação dos olhos ▶ Efeito crônico: edema pulmonar Primeiros-socorros: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água, beba água intercalando com vinagre, ácido acético a 1% ou suco de limão. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Hidróxido de potássio	<p>O hidróxido de potássio, incluso na lista dos hidróxidos de metais alcalinos, é corrosivo e cáustico e produz danos na pele e nos olhos.</p> <p>▶ Efeito agudo: irritação de mucosas, irritação e queimadura quando em contato com pele.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. Procure o médico.
Hidróxido de sódio	<p>O hidróxido de sódio, incluso na lista dos hidróxidos de metais alcalinos, é corrosivo e cáustico e produz danos na pele e nos olhos.</p> <p>▶ Efeito agudo: irritação de mucosas, irritação e queimadura quando em contato com a pele. Produz queimaduras de orofaringe, esôfago e estômago.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. Procure o médico.
Hipoclorito de sódio *FAMÍLIA DOS CORROSIVOS	<p>O hipoclorito de sódio, utilizado como desinfectante, libera cloro que precipita como ácido clorídrico quando aquecido; portanto indica-se o repouso de 12 a 18 horas do material descontaminado com hipoclorito de sódio antes da esterilização por autoclavagem. Em caso de acidente de autoclavagem em presença de hipoclorito, deve-se proceder como nos casos de ácido clorídrico.</p> <p>▶ <i>Efeito agudo:</i> irritação de mucosas, quando em contato com a pele. Queimadura e estenose de trato gastrointestinal. Pneumonia de aspiração e edema pulmonar podem ocorrer.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente e beba água. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA/ COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Iodeto de propídio	O iodeto de propídio, como outros compostos utilizados como corantes fluorocrômicos (brometo de etídio), nunca deve ser aquecido por seu caráter carcinogênico, mutagênico devido a sua capacidade de associar-se às cadeias dos ácidos nucleicos.
Mercúrio *FAMÍLIA DOS TÓXICOS METÁLICOS	<p>Tem efeito cumulativo que agrava as funções neurológicas e induz o surgimento de distúrbios do sistema nervoso central, perda de dentes e inflamação da gengiva com hiperplasia na fase de intoxicação crônica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: vômitos; diarreia; cefaléia; náuseas; dores oculares. Prevenir a broncoaspiração. Pneumonite, bronquiolite necrotisante, edema pulmonar e morte podem ocorrer. Dano renal e efeitos no SNC. ▶ Efeito crônico: distúrbios do sistema nervoso central; proliferação da gengiva; dentes soltos; delírios, alucinações, irritabilidade, mudança de personalidade, tremores, perspiração excessiva, perda de memória. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem. ▪ <i>Boca:</i> lave a parte externa com água e beba água. Procure o médico. <p>Tratamento indicado - em caso de intoxicação por ingestão, se o ingerido for superior a 1ml/kg deve-se realizar nos primeiros 15 minutos lavagem gástrica evitando novas aspirações. Utilizar xarope de ipeca sem aumentar o risco de broncoaspiração. Administrar purgante salino após o término dos vômitos e realizar lavagem gástrica.</p> <p>Aplicar respiração artificial com oxigênio. Aplicar 1mg/kg de acetato de cortisona via i.m., ou outro corticoesteróide comparável, 1 a 3 vezes por dia para reduzir a reação inflamatória tecidual.</p> <p>Terapia com quelantes tem sido recomendada (SUCCIMER, DMPS, Penicilamina e outros).</p> <p>Prevenir a pneumonia brônquica administrando 1.000.000U de penicilina diariamente i.m., ou outro quimioterápico antibacteriano até normalizar a temperatura corpórea durante 3 dias. TRATAR EDEMA PULMONAR.</p>

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Metanol (álcool metílico) *FAMÍLIA DOS ÁLCOOIS E GLICÓIS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: anestesia geral; irritação das mucosas. Altamente tóxico produz acidose metabólica e coma, levando à morte. ▶ Efeito crônico: lesão da retina e do nervo óptico; Parkinsonismo; encefalopatia tóxica, cegueira. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico. <p>Tratamento: a ingestão for descoberta nas primeiras 2 horas, administrar xarope de ipeca. Após este tempo não induzir vômitos.</p> <p>O antídoto recomendado: administração 1 a 1,5ml/kg de peso do indivíduo de álcool etílico a 50%, inicialmente via oral, seguido de 0,5 a 1ml/kg a cada duas horas por via oral ou e.v. durante quatro dias, para diminuir o metabolismo do álcool metílico e dar tempo de sua excreção. Os níveis de álcool etílico no sangue devem variar entre 1 e 2mg/ml.</p>
Mistura sulfocrômica *MISTURA DAS FAMÍLIA DE CORROSIVOS	<p>Mistura sulfocrômica utilizada para retirar produtos e restos de matérias orgânicas; é oxidante e tóxica; por causa da presença de cromo IV é comprovadamente cancerígena. Corrosiva e cáustica. Recomenda-se sua substituição por solução aquosa 1:2 de ácido nítrico durante dois dias e lavagem com detergente e bastante água.</p> <p>Em razão a sua composição ácida e oxidante, deve-se trata-la como queimadura por produtos cáusticos e corrosivos.</p> <p>Tratar como os corrosivos.</p>
Nitrobenzeno (nitrobenzol) *FAMÍLIA DOS COMPOSTOS DE NITROGÊNIO (NITRO E AMINO COMPOSTOS)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: cianose por causa da metemoglobinemia; discreta ação narcótica. Depressão e insuficiência respiratória. ▶ Efeito crônico: anemia; hipotensão arterial; metahemoglobinemia acompanhada de cianose; irritação da bexiga; lesão hepatocelular.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Nitrobenzeno (nitrobenzol) *FAMÍLIA DOS COMPOSTOS DE NITROGÊNIO (NITRO E AMINO COMPOSTOS)	<p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso aquecido Em casos graves, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem. Procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba água intercalando com vinagre, ácido acético a 1% ou limonada. Procure o médico.
Nitrogênio líquido	<p>O nitrogênio líquido é utilizado na criopreservação; não deve ser transportado em recipientes comuns como garrafa térmica sem válvula. Os vapores podem resfriar e congelar as vias respiratórias.</p> <p>▶ <i>Efeito agudo prolongado:</i> queimadura e edema pulmonar. Inalação causa lesão da faringe. Desloca o oxigênio do ar, causando asfixia e lesão do SNC quando a exposição é prolongada.</p> <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso aquecido Em caso grave ou exposição prolongada, procure o médico. Traqueostomia e corticosteróide podem ser indicados. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com grande quantidade de água. Aqueça o local.
Piridina *FAMÍLIA DOS COMPOSTOS DE NITROGÊNIO (NITRO E AMINO COMPOSTOS)	<p>As piridinas provocam lesões hepatorreais e estão associados ao surgimento de lesões teratogênicas em animais.</p> <p>▶ Efeito agudo: lesões hepatorreais do SNC, coma e depressão respiratória.</p> <p>▶ Efeito crônico: ação neurotóxica. Pode induzir a metahemoglobinemia.</p> <p>Primeiro-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso aquecido Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Piridina *FAMÍLIA DOS COMPOSTOS DE NITROGÊNIO (NITRO E AMINO COMPOSTOS)	Remoção do tóxico da pele. Em caso de ingestão, remover o tóxico por lavagem gástrica ou êmese (indução de vômito) e laxantes. Administrar oxigênio em caso de respiração superficial e anóxia. Antídoto recomendado na METAHEMOGLOBINEMIA GRAVE é o azul de metileno (10 a 50ml de solução a 1%) via i.v. lentamente, para reverter a metahemoglobina em hemoglobina normal. Outras medidas que podem ser indicadas: hemodiálise ou exsanguíneo-transfusão em intoxicações mais graves.
Selênio *FAMÍLIA DOS TÓXICOS METÁLICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: queimação da pele; dores oculares; tosse. Potencialmente letal devida a insuficiência cardiocirculatória e ou edema pulmonar. Odor de alho pela respiração sugere esta intoxicação ▶ Efeito crônico: distúrbios do sistema nervoso central; efeito teratogênico é controverso. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem. Ao contato prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Beba bastante água e, depois, 2 colheres de sopa de sulfato de magnésio em água. Procure o médico. <p>Tratamento indicado - em caso de intoxicação por ingestão, se o ingerido for superior a 1ml/kg, deve-se realizar nos primeiros 15 minutos lavagem gástrica, evitando novas aspirações. Utilizar xarope de ipeca sem aumentar o risco de broncoaspiração. Ingestão de carvão ativado é recomendada. Administrar purgante salino após o término dos vômitos e realizar lavagem gástrica. Aplicar respiração artificial com oxigênio. Aplicar 1mg/kg de acetato de cortisona via i.m., ou outro corticoesteróide comparável, 1 a 3 vezes por dia para reduzir a reação inflamatória tecidual. Prevenir a pneumonia brônquica administrando 1.000.000U de penicilina diariamente i.m., ou outro quimioterápico antibacteriano até normalizar a temperatura corpórea durante 3 dias.</p>

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Tálio *FAMÍLIA DOS TÓXICOS METÁLICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: dor abdominal; vômitos; náuseas; diarreia. ▶ Efeito crônico: neuropatia; distúrbios visuais; fraqueza muscular; ataxia. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico. ▪ <i>Pele:</i> banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
Tetracloro de carbono (TETRACLORO-METANO)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: cefaléia; náuseas; icterícia discreta; anorexia; anestesia geral. Irritante para a pele, olhos e trato respiratório. Causa alveolite e edema pulmonar. Fibrilação ventricular e parada cardíaca estão relatados. ▶ Efeito crônico: lesão hepatorenal; distúrbios gastrointestinais, depressão do sistema nervoso central. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico.
Tetrahidrofurano (óxido dietílico; óxido tetrametílico)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ <i>Efeito agudo:</i> ação narcótica; lesões hepatorenais; irritação dos olhos e das vias aéreas. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Pele:</i> encharque a pele com água e, após, lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas. Areje-as vigorosamente antes do uso. Ao contato prolongado, procure o médico. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
Tolueno (metilbenzeno; fenilmetano; toluol) *FAMÍLIA DOS HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: ação narcótica: depressão do SNC. ataxia, fadiga, dor gástrica e vômitos. ▶ Efeito crônico: distúrbios neurológicos inespecíficos; possível dependência. Hipocalemia; hematúria; alucinações; hiperreflexia; cefaléia; perda de memória. Gastroenterite; acidose tubular renal. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave vigorosamente com água. Procure o médico.

(continua)

Tabela 14.2 (continuação)

DROGA / COMPONENTE QUÍMICO	EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DESCRITOS PRIMEIROS-SOCORROS E AÇÕES DE URGÊNCIA EM CASO DE ACIDENTE POR INALAÇÃO (PULMÃO), INGESTÃO (BOCA) OU CONTATO COM A PELE OU MUCOSA
Tricloroetileno (tricloreto de etinil) *FAMÍLIA DOS HIDROCARBONETOS HALOGENADOS	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: ação narcótica, constrição bronquica, edema pulmonar e arritmias cardíacas. ▶ Efeito crônico: lesão hepatocelular; distúrbios neurológicos inespecíficos. Lesão renal. Parestesias. Depressão do SNC. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Procure o médico.
Xilol *FAMÍLIA DOS FENÓIS E DERIVADOS	<p>O xilol produz efeitos agudos de ação narcótica, cefaléia, tonturas, fadiga náuseas, dispnéia, incoordenação e edema pulmonar. Dano hepático está relatado. Os efeitos crônicos demonstram alterações neurológicas inespecíficas.</p>
m-Xilol (1, 2-dimetilbenzeno)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: ação narcótica; cefaléia; tonturas; fadiga; náuseas. ▶ Efeito crônico: alterações neurológicas inespecíficas. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Procure o médico.
o-Xilol (1, 3-dimetilbenzeno)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: ação narcótica; cefaléia; tonturas; fadiga; náuseas. ▶ Efeito crônico: alterações neurológicas inespecíficas. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Procure o médico.
p-Xilol (1, 4-dimetilbenzeno)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Efeito agudo: ação narcótica; cefaléia; tonturas; fadiga; náuseas. ▶ Efeito crônico: alterações neurológicas inespecíficas. <p>Primeiros-socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pulmões:</i> remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. ▪ <i>Boca:</i> lave-a vigorosamente com água. Procure o médico.

(conclusão)

A atenção inicial ao paciente traumatizado deve atender a uma sistemática, para evitar que um indivíduo plenamente recuperável possa evoluir com seqüelas graves ou até mesmo morrer.

O comitê de trauma do *American College of Surgeon* definiu critérios baseado em índices fisiológicos e no mecanismo de trauma para atendimento a lesados agudos.

Os doentes devem ser avaliados e as prioridades estabelecidas de acordo com o tipo de lesão e os sinais vitais apresentados pelas vítimas.

Em primeira instância, o exame primário deve ser rápido e atentar para as funções vitais. Após a estabilização do paciente deve ser feito um exame mais detalhado e posteriormente o tratamento definitivo.

A posição mais eficiente para um socorrista é ajoelhado próximo aos ombros da vítima. Estar próximo da boca e com acesso fácil ao tórax.

O aparelho orgânico que pode levar o paciente à morte em poucos minutos é o respiratório. Portanto, o que primeiro deve ser observado são as vias aéreas, a sua permeabilidade deve ser assegurada.

Todas as manobras para observar a permeabilidade ou restabelecê-la deve ser feita com a proteção da coluna cervical.

A cabeça não deve ser hiperextendida, hiperfletida ou rodada com objetivo de estabelecer ou manter a via área livre em caso de politrauma.

Casos de mau funcionamento das vias aéreas:

- ▶ Presença de corpo estranho;
- ▶ Fratura de mandíbula ou maxilo-facial;
- ▶ Lesão traqueal ou laríngea;
- ▶ Lesão da coluna cervical.

14.2.2. A Observação da Funcionalidade das Vias Aéreas

Deve-se avaliar o nível de consciência em que se encontra a vítima. Se não conseguir despertá-la, posicione-a adequadamente (decúbito dorsal), atentando para possíveis lesões cervicais ocasionadas durante uma possível queda.

Estando inconsciente há falta do tônus muscular e a língua, juntamente com a epiglote, caem para trás, obstruindo a faringe e a laringe.

Caso a vítima apresente lesões no pescoço ou haja suspeita de trauma cervical, puxe a mandíbula para a frente, mantendo seus cotovelos apoiados na superfície em que a vítima deve estar deitada.

Verifique se há respiração. Inspeção a boca e a garganta da vítima e verifique se há material estranho (vômito, sangue, outros líquidos, alimentos, objetos, etc.), obstruindo as vias aéreas. Deve-se retirar o que se encontrar com o dedo indicador e médio ou, caso o material estranho seja líquido, pode-se envolver o dedo indicador com um lenço, um pedaço de roupa ou virando o paciente de lado (tomando sempre cuidado com a possibilidade de lesão da coluna cervical).

Para abrir a via área segure a língua e o queixo da vítima entre o seu polegar e os outros dedos, tracionando anteriormente a mandíbula (elevação do queixo). Com a outra mão, retira-se o corpo estranho. A coluna cervical deve estar em posição neutra.

Verifica-se então se houve retorno da respiração. O “socorrista” deve se aproximar do rosto da vítima com o olhar voltado para o tórax dela. Desta forma, tenta-se ver, ouvir e sentir a respiração. Sente-se o ar expirado, ouve-se a respiração e se observa se o tórax da vítima se expande e rebaixa, realizando os movimentos respiratórios.

Muitas vezes, após a desobstrução das vias aéreas, a vítima retorna a respirar espontaneamente, não havendo necessidade da realização de outras manobras. Nestes casos, é imprescindível que se mantenha uma observação cuidadosa, até a chegada do serviço de emergência ou até a recuperação total. A manutenção da via área sempre aberta pode ser a única ação do prestador do socorro neste momento.

A manutenção da via aérea nos casos de inconsciência da vítima pode ser mantida quando possível pela colocação de uma cânula orofaríngea.

Caso a vítima não recupere a respiração espontânea, deve-se iniciar a respiração artificial.

A respiração artificial pode ser feita com ar atmosférico, que é uma mistura gasosa contendo 21% de oxigênio em sua composição. No movimento respiratório, gastamos cerca de 4% desse total; restando, portanto, 17% expirado, que é suficiente para suprir as necessidades momentâneas da vítima se insuflado em seus pulmões.

Ao realizar a **respiração artificial**, deve-se observar se há expansão do tórax, e só se deve reinsuflar caso haja expiração do ar.

Há três tipos de respiração artificial:

- ▶ **respiração boca-a-boca:** é a mais eficiente, usada em adulto ou criança grande. Deve-se fazer obstrução digital do nariz para não haver escape de ar;
- ▶ **respiração boca-nariz:** técnica recomendada quando não se consegue praticar a anterior como, por exemplo, em casos de traumas de mandíbula.
- ▶ **respiração boca-a-boca-nariz:** o tempo da insuflação é rápido: um e meio a dois segundos em adultos e cerca de um e meio segundos em crianças; este tempo é necessário para permitir a exposição.

Após o estabelecimento da respiração, o socorrista deve checar a presença de pulso em uma artéria de grosso calibre, pode ser utilizada a artéria carótida do lado próximo a si. O pulso deve ser palpado por 5 a 10 segundos, pois pode ser difícil a detecção em casos de irregularidade ou se muito fraco, ou rápido.

Nos casos de confirmação da parada cardíaca, devem ser iniciadas as compressões torácicas.

A vítima de parada cardíaca deve ser sempre colocada em uma superfície firme; caso contrário, role a pessoa como um todo para um local adequado.

Deve-se coordenar as manobras de respiração artificial e massagem cardíaca:

- ▶ **com um socorrista:** alternam-se duas insuflações torácicas, com 15 compressões, na criança com mais de oito anos e no adulto. A contagem deve ser realizada contando-se alto: 1 e 2 e 3... Depois de quatro ciclos, avalia-se o pulso.
- ▶ **com dois socorristas:** os socorristas alternam as manobras. O que estiver fazendo esforço físico será substituído ao se cansar.
 - alterna-se 1 insuflação com 5 compressões;
 - ao desejar realizar a troca, o socorrista que estiver fazendo a massagem, conta em voz alta e diz, 1 e 2 e troca e 4... Assim, o socorrista que estiver insuflando realiza mais uma vez e se desloca para junto do tórax da vítima.

Devem-se parar as manobras:

- ▶ quando houver resposta às manobras, retornando os batimentos cardíacos e a respiração;
- ▶ ao entregar a vítima ao serviço de emergência, e a uma equipe médica;
- ▶ caso o socorrista chegue à exaustão total.

As complicações mais comuns são minimizadas na realização correta da reanimação cárdio-respiratória. Mesmo assim pode haver fratura de costela. Raramente, pode ocorrer fratura de esterno, pneumotórax, hemotórax, contusões pulmonares, lacerações do fígado e baço, embolia gordurosa e outros menos freqüentes.

14.3. Transmissão de Doenças

É rara a transmissão de doenças através da realização do RCP. As mais preocupantes para a maioria dos cidadãos são a AIDS e a Hepatite B; ainda assim, comprovou-se que a quantidade de vírus contidos na saliva não são suficientes para transmissão dessas doenças. Deve-se atentar para o fato de que é muito freqüente em acidentes haver exposição de sangue e, aí sim, pode haver a transmissão.

14.3.1. Situações que Requerem Contenção de Hemorragias

Os principais sinais e sintomas de situações graves em acidentes com sangramentos intensos e hemorragias são: pulso fraco (bradifigmia) - vítima queixa-se de sede, suor pegajoso e frio, pele cianótica, lábios e dedos cianóticos, torpor e obnubilação, desmaio e queda da Tensão Arterial (TA).

Algumas das manobras podem conter a hemorragia. A hemostasia temporária é a hemostasia para conter a hemorragia em nível de primeiros-socorros. Dentre essas técnicas para conter a hemorragia, podem-se citar:

- ▶ **compressão direta** - também conhecida como tamponamento. Funciona fazendo-se pressão direta (em cima do ferimento), utilizando-se uma gaze ou pano limpo. É importante não se retirar a gaze, mesmo que essa fique encharcada de sangue.
- ▶ **compressão indireta** - para ser realizada depende da identificação correta do tipo de hemorragia (se a hemorragia é arterial, venosa ou capilar). Consiste em comprimir o vaso num local acima do ferimento a fim de impedir uma maior perda de sangue. Não é muito aconselhada porque o socorrista precisa identificar o tipo de vaso lesado e, do ponto de vista anatômico, o tipo de hemorragia.

- ▶ **torniquete** – não devem ser usados, pois provocam o esmagamento de tecidos, com sofrimento isquêmico distal. Entretanto é usado como último recurso e sabendo-se que pode prejudicar a preservação da parte distal da extremidade. É utilizado em casos de amputação traumática e esmagamento de membros. Deve ser realizada com muita cautela e atenção. Faz-se o torniquete envolvendo o membro afetado com uma bandagem de 10cm ou com tiras de pano, amarrando-se junto com um graveto ou com uma caneta de tal forma que esta sirva como uma válvula para aliviar ou diminuir a pressão. É preciso tomar cuidado com a perfusão sanguínea, por isso é essencial que a cada 12 minutos o torniquete seja afrouxado.

Se a hemorragia for grande, deve-se deitar a vítima, colocar a cabeça dela mais baixa que o corpo, elevar os membros inferiores, folgar as roupas. Não se deve fornecer líquidos.

Caso a hemorragia ocorra num membro como braço ou perna, deve-se procurar fazer a sua elevação.

Alguns tipos especiais de hemorragia

Lembramos que o socorrista deve utilizar os dispositivos de proteção: aventais, luva, máscara e óculos. Se houver suspeita ou possibilidade de contaminação com pacientes ou materiais contaminados com fluidos de pacientes suspeitos, portadores do vírus de hepatite ou HIV, procurar os centros de saúde especiais e recomendados após os procedimentos de primeiros-socorros.

- ▶ **Epistaxe ou sangramento provocado por rompimento de vasos do nariz** - deve-se acalmar a vítima, pedir para que ela abaixe a cabeça e respire pela boca. Pode-se fazer aplicação de gelo, envolvido em pano em torno do nariz. Caso a hemorragia continue, pode-se utilizar uma camisinha e um pedaço de esponja para tamponar o ferimento da seguinte forma: pega-se um pedaço de esponja e coloca-se esse pedaço dentro do preservativo; em seguida, procura-se introduzir o conjunto dentro da narina que esteja sangrando. Feito isso, leva-se a vítima ao serviço médico mais próximo.
- ▶ **Hematêmese ou extravasamento de sangue proveniente do estômago com saída pelo esôfago em forma de vômitos** - pode vir acompanhado de alimentos e o sangue apresenta cor escura. O socorrista deve procurar lateralizar a cabeça da vítima, caso NÃO haja suspeita de lesão na coluna cervical, se ela houver caído ou se golpeado a fim de que não aspire o sangue ou os restos de alimentos regurgitados. Se houver suspeita de lesão cervical e hematêmese, deve-se lateralizar a vítima em bloco. Procure ajuda médica.
- ▶ **Hemoptise ou saída de sangue pelas vias respiratórias** - o sangue pode vir em golfadas, apresentando-se em cor vermelho vivo. Deve-se lateralizar a cabeça da vítima ou a vítima em bloco, evitando que ela aspire o sangue para os pulmões. Procure ajuda médica.
- ▶ **Ferimento com abdome aberto com exposição de vísceras** - ocorrência muito comum em acidentes automobilísticos. É importante não tocar nas vísceras, muito menos pressioná-las para dentro do ferimento. O socorrista deve colocar uma compressa limpa, umedecida em soro fisiológico ou água, em cima dessa ferida e encaminhar à vítima ao socorro médico. Procurar transportar a vítima em decúbito dorsal e em uma prancha ou maca.

É importante prevenir o estado de choque nessas vítimas, principalmente o choque hipovolêmico (choque por perda demasiada de sangue). Por isso é importante fazer a hemostasia o mais rápido possível.

14.3.2. Cortes ou Ferimentos Corto-Contusos

Lavar a ferida com água e sabonete neutro; em caso de hemorragias fazer compressão do local até parada do sangramento. Cobrir com gaze esterilizada e aplicar esparadrapo sobre a gaze de acordo com a extensão do ferimento.

Quando o ferimento for extenso ou encontrar-se em situações de dilaceração de pele, músculo e nervo, suspeita de corpos estranhos nos ferimentos, ferimento profundo ou ferimento nos olhos e na cabeça (crânio ou face), deve-se proceder com o cuidado comum a qualquer outro tipo de ferimento. Não tentar retirar os corpos estranhos, não apertar ou pressionar demasiadamente a compressa ou atadura, removendo simplesmente os que saírem facilmente na limpeza. Encaminhar a vítima para o centro médico ou estabelecimento que atende acidentados.

- ▶ **Ferimentos leves e superficiais** - lavar a ferida utilizando água e sabão neutro ou soro fisiológico, proteger o ferimento com gaze ou pano limpo. Não utilizar algodão ou lenço de papel. Manter o curativo limpo e seco, substituindo a gaze quantas vezes forem necessárias.
- ▶ **Ferimentos na cabeça** - deite a vítima de costas, no caso de inconsciência ou inquietação, afrouxe as roupas deixando livre o pescoço. Coloque compressas limpas sobre o ferimento. Enquanto aguarda o atendimento médico, mantenha a vítima aquecida e não lhe dê nada por via oral.
- ▶ **Lesões oculares** - lavar os olhos exaustivamente com soro fisiológico e encaminhar a vítima para o oftalmologista. Os corpos estranhos presentes devem ser retirados quando não estiverem encravados, antes do olho ser protegido.

14.3.3. Desmaios

Sendo a perda dos sentidos momentânea, a ameaça de desmaio é caracterizada pela presença de alguns sintomas como palidez, tontura, frio, corpo amolecido e sem força.

Na maioria dos casos, a vítima percebe que vai desmaiar e deve-se evitar a situação, fazendo com que ela se sente em lugar seguro, curvada para a frente e com a cabeça colocada entre as pernas; deve-se mantê-la na posição, fazendo-a respirar profundamente. Mesmo após passar o sintoma, a vítima deve manter-se sentada por um tempo ou deitada.

Há também o desmaio em que os sintomas são a inconsciência, suor abundante e pulsação e respiração fracas. A vítima deve estar deitada com a cabeça mais baixa que o corpo ou no mesmo nível. Se possível, manter as pernas ligeiramente levantadas. Folgar as roupas e aplicar compressas frias no rosto e na testa. Verifique a pulsação e a respiração.

Se a vítima apresentar vermelhidão, a cabeça deve estar mais alta que o corpo. Se a situação prolongar-se por mais de dois minutos, agasalhe a vítima e procure o médico imediatamente, pois ela pode estar entrando em estado de choque. Mesmo após recobrada a consciência, a vítima deve ser mantida em estado de repouso durante vários minutos.

14.3.4. Queimaduras

A pele é a nossa barreira natural de proteção contra os mais variados agentes agressores como microorganismos, agentes físicos e químicos. Além disso, a pele é o órgão mais extenso do corpo humano e é muito importante no controle da temperatura e retenção de líquidos.

A definição de queimadura é bem ampla; porém, basicamente, é a lesão causada pela ação, direta ou indireta, produzida por calor no corpo. A sua manifestação varia desde uma pequena bolha (flictena) até formas mais graves capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à gravidade da lesão e sua respectiva extensão.

As queimaduras são classificadas de acordo com o agente causal, a profundidade e a extensão (área corpórea atingida).

De acordo com o agente causador, a queimadura pode ser:

- ▶ **térmica** - provocada por calor, líquidos quentes, objetos aquecidos, vapor;
- ▶ **química** - provocada por ácidos, bases e derivados de petróleo;
- ▶ **elétrica** - quando provocada por raios e correntes elétricas;
- ▶ **por radiação** - quando provocada por radiação nuclear.

Para se classificar a queimadura de acordo com a sua extensão existem vários métodos, porém seu aprendizado requer muita prática. Para o socorrista é suficiente observar que quanto maior a extensão da queimadura maior risco de vida vítima estará correndo.

Quanto à profundidade da queimadura (número de camadas de pele atingidas):

- ▶ **primeiro grau** - atinge somente a epiderme. Nessa queimadura, a pele apresenta-se com hiperemia (avermelhada), edemaciada (inchada) e há ardor no local dessa queimadura;
- ▶ **segundo grau** - atinge a epiderme estendendo-se até a derme. Caracteriza-se pela presença das flictenas (bolhas). A vítima também apresenta dor local intensa, hiperemia e pele edemaciada;
- ▶ **terceiro grau** - atinge todas as camadas da pele e hipoderme. É considerada grave, pois pode provocar lesões que vão desde músculos até ossos. Caracteriza-se por apresentar coloração escura ou esbranquiçada, uma lesão seca, dura e indolor.

OBS.: a queimadura não é obrigatoriamente uniforme! Podem ocorrer nos diversos graus e ao mesmo tempo.

Os primeiros-socorros nos casos de queimaduras

- ▶ Interrompa imediatamente o efeito do calor (utilize água fria; NÃO use água gelada, ou utilize um lençol, cobertor ou toalha para apagar as chamas no corpo da pessoa).
- ▶ Em caso de acidentes com queimaduras promovidas por corrente elétrica, não toque na vítima até que se desligue a energia. Tome cuidado com os fios soltos e água no chão.
- ▶ Para vítimas de corrente elétrica, observe se há parada respiratória; em caso afirmativo, proceda com a respiração de socorro. Transporte imediatamente a vítima para o hospital.

- ▶ Faça a avaliação primária da vítima. Identifique qual o tipo, grau e extensão da queimadura.

A queimadura é uma lesão estéril, por isso tenha cuidado ao manuseá-la e evite ao máximo contaminá-la.

Caso a queimadura seja de 1° grau, retire a pessoa do ambiente quente e utilize substâncias refrescantes como produtos para aliviar a dor (vaselina líquida limpa) e faça a administração por via oral de líquidos.

Caso a queimadura seja de 2° ou 3° graus, lembre-se de cobrir a área queimada com gazes molhadas em soro fisiológico ou água limpa.

Mantenha o curativo molhado usando recipientes de soro ou água limpa até levar a vítima ao hospital.

NÃO fure as flictenas (bolhas).

NÃO utilize manteiga, creme dental, gelo, óleo, banha, café na queimadura.

Remova todas as jóias nos casos de queimaduras de extremidades; o edema pode prejudicar a manutenção da circulação periférica.

Transfira a pessoa para o hospital caso a queimadura seja muito extensa, ou seja, de 2° ou 3° graus.

Em caso de acidentes com ácidos, proceder de acordo com o recomendado para cada caso e encaminhar a vítima ao hospital especial ou setor de queimados.

Mais do que prestar primeiros-socorros em queimaduras, é importante prevenir tais acidentes, principalmente, organizando o setor do trabalho e utilizando os dispositivos de segurança e proteção.

14.3.5. Fraturas Ósseas

Os ossos são estruturas rígidas de sustentação que, quando unidas em sua posição apropriada formam o esqueleto. São em número de 206 e têm como funções a proteção de órgãos nobres como local de inserção de músculos e outras estruturas e a delimitação das formas das pessoas. Dessa maneira, agressões que atinjam nosso corpo, muito comumente provocam conseqüências nos próprios ossos ou em seus pontos de contato: as articulações.

O comprometimento ósseo mais comum em conseqüência de um impacto seria a fratura, que nada mais é que uma rachadura no osso que abranja toda sua espessura, ou parte dela.

A vítima portadora deste problema informará sentir dor na região que aumenta com as movimentações, incapacidade de movimentar a estrutura, como um braço, e poderá possuir uma deformação no local comprometido.

A conduta, neste caso, será localizar a porção lesada e, com o mínimo de movimentos da vítima, imobilizar provisoriamente a fratura da forma que estiver, encaminhando o acidentado para uma avaliação ortopédica definitiva.

A mobilidade dos fragmentos ósseos, além de dolorosa, pode aumentar a lesão com rompimento de vasos, nervos e até mesmo a pele, transformando uma fratura que era interna em externa.

Devem-se imobilizar todas as lesões de extremidades antes do transporte do doente.

14.3.6. Lesões Articulares

Toda vez que o local da pancada for uma articulação, como o joelho, cotovelo ou o tornozelo, pode ocorrer uma entorse ou luxação no local, que são tratados da mesma forma. A conduta consiste na imediata imobilização da estrutura, que deve permanecer em repouso e, se possível, a um nível mais elevado que o restante do corpo, além da colocação de gelo na região. Tais medidas diminuirão a dor da vítima e o edema (inchaço) do local. Vale lembrar que, assim como nas fraturas, as lesões nas articulações que deformarem a estrutura da região não devem ser corrigidas e sim imobilizadas da forma que estão e encaminhadas ao serviço médico.

14.4. Transporte de Pacientes / Feridos

A remoção da vítima de um local de risco ou de perigo para um local seguro deve ser feita por pessoas treinadas e em algumas situações com equipamentos especiais, ou ainda, equipamento ou dispositivo de proteção individual.

São diversas as situações em que se necessita de transportar um indivíduo para hospital ou centro de tratamento de acidentes agudos e/ou graves: vítimas inconscientes, vítimas com queimaduras grandes e graves, pacientes com quadros hemorrágicos, pacientes intoxicados e envenenados, pacientes em estado de choque, vítimas com quadro suspeito de fraturas.

Ao levar em consideração a fragilidade e risco de movimentos e procedimentos inadequados, deve-se tomar cuidado e decidir de forma precisa e objetiva o que é mais grave no momento: observar os sinais vitais; se necessário controlar hemorragia; caso haja suspeita de fratura, proceder a imobilização; evitar ou controlar o estado de choque; manter o corpo da vítima em posição horizontal com apoio de todas as partes do corpo (o mais confortável possível); em caso de suspeita de envenenamento ou intoxicação severa, não permitir que a vítima ande.

14.4.1. São vários os tipos e formas de transporte:

Ao se escolher o tipo e a forma de transporte deve-se ter como objetivo principal não provocar um dano adicional, nem aumentar a lesão do acidentado.

- ▶ **com apoio** - auxiliar a locomoção, que pode ser realizada com um ou dois socorristas. Pode ser utilizado este tipo, quando necessário, ainda que em longas distâncias, para casos de luxações, entorses, fraturas de membros inferiores (sem hemorragia). Contra indicado para os casos de envenenamento e intoxicação severa;
- ▶ **ao colo** - auxilia-se carregando a vítima deitada nos braços. Pode ser utilizado para longas distâncias em casos de necessidade, sendo indicado para transporte de pessoas inconscientes sem suspeita de lesão da coluna;
- ▶ **segurando as extremidades** - necessita-se de pelo menos dois socorristas, sendo que um deles apoiará o tórax da vítima que passará os seus braços por baixo e o socorrista cruzará seus braços sobre o peito da vítima. As costas da vítima devem

estar apoiadas e em contato com o peito do socorrista. O outro socorrista ajoelhado colocará as pernas da vítima sobre as suas e abraçará as pernas da vítimas e posteriormente levantado começará a caminhar cuidadosamente;

- ▶ **de arraste** - utilizado para distâncias extremamente curtas, podendo-se utilizar para o transporte pedaços grandes de tecidos resistentes ou lençol ou ainda pelos braços. É indicado para vítimas com suspeita de lesão colunar. Deve-se manter a cabeça da vítima imóvel durante o transporte;
- ▶ **sentada em cadeira** - deve ser realizado por duas pessoas e para a retirada de vítimas de locais onde seja inviável outro transporte;
- ▶ **de pegada larga** - os socorristas seguram os antebraços um do outro fazendo um assento com os braços e a vítima senta-se sobre os braços dos socorristas. A vítima deverá passar os braços em torno do pescoço dos socorristas;
- ▶ **de vítimas em maca** - deve ser utilizado em situações nas quais a vítima precisará ser deslocada para um local mais seguro ou em locais sem possibilidade de chegada de socorro adequado. Deve se disponibilizar dois ou mais socorristas.

Pode ser utilizada uma maca de madeira ou de material de estrutura similar; ou pode-se ainda improvisar uma maca a partir de outros materiais como lençóis e/ou casacos e com pedaços de madeira (tipo cabo de vassoura). A superfície deve ser o mais rígida e estável possível, a qual apoie todo o corpo da vítima e possibilite o seu transporte horizontalmente.

Após acomodar a vítima na maca, os socorristas devem andar de maneira conjunta, coordenando o passo, para impedir que um deles ande com o passo mais rápido ou mais lento e dificulte o transporte.

Quando o terreno for plano, conduzir a vítima com os pés para diante, preservando a cabeça de possíveis choques. Quando o terreno for íngreme, a maca deve ser mantida de preferência em posição horizontal, a menos que o socorrista não tenha condições físicas de fazê-lo.

Nos casos de transferências de pacientes, devem-se incluir dados sobre a atual lesão sofrida e informações, quando possível, sobre a saúde pregressa do acidentado.

14.5. Referências

14.5.1. Impressos

- ▶ ANBio. Curso de Adequação Física e de Procedimentos Laboratoriais às Normas de Biossegurança. agosto de 1999.
- ▶ BAHIA. Secretaria da Saúde. Serviço de Vigilância Sanitária. Normas de Vigilância Sanitária; Portaria nº 2.101/90. p. 47 a 52. outubro de 1990.
- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde de Brasília. Coordenação Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS. Biossegurança de Unidades Hemoterápicas e Laboratórios de Saúde Pública. Série Telelab. 1999.
- ▶ Cold Spring Harbor Laboratory Press - NY – USA.

- ▶ FLEMING, Diane. O.; RICHARDSON, John. H.; TULIS, Jerry. J. & VESLEY, Donald. In. Laboratory safety – Principle and practices. 2nd. Edition. ASM Press. Washington –DC. 1998.
- ▶ _____. Laboratory Biosafety Princípios e Práticas. 2nd Edition. ASM Press. Washington –DC.
- ▶ GRIST, N.R. Manual de Biossegurança para laboratório. 2^a edição. Santos Editora e Livraria, 1995.
- ▶ LUNN, G. & SANSONE, E.B. Ethidium bromite: destruction and decontamination of of solutions. Annal.Biochem. 162:453. 1987.
- ▶ MANIATIS, T.; FRITSCH, E.F. & Sambrook, Joseph. In Molecular cloning: a laboratory manual - 2nd. Edition. 1989.
- ▶ ODA, L. M. (Org.) Manual para Identificação de Percepção dos Riscos em Laboratórios de Saúde Pública. Ministério da Saúde. 1998.
- ▶ _____. ANBio – Apostila do Curso de Adequação Física e de Procedimentos Laboratoriais às Normas de Biossegurança. 1999.
- ▶ ODA, L. M.; ÁVILA, S.M. (Org). Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública. Ministério da Saúde - Fiocruz. 1998.
- ▶ SOUZA, M. M. Biossegurança no laboratório clínico. Livraria e Editora Eventos. 1998.
- ▶ Suporte Avançado de Vida em Cardiologia. American Heart Association, 1997.
- ▶ Suporte Avançado de Vida no Trauma. Programa para Médicos. American College of Surgeons, 1993.
- ▶ USA. OSHA. Modelo de regulamentação do trabalho como exemplo o formaldeído. http://www.osha-slc.gov/OshStd_data/1910_1048.html.

14.5.2. Internet

- ▶ **Site FDC:** <http://www.fundeci.com.br/ps>: primeiros-socorros da FDC: realizado pela disciplina Primeiros-socorros da qual o professor titular é o Prof. Dr. Celso Luiz Santiago Figueirôa que conta com o apoio dos professores André Zimmermann (coordenador geral da disciplina) e Lívia Nossa para o curso de medicina e das professoras Ednice Santarém e Daniela Matsuda para os cursos de Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Site MSHA: <http://www.msha.gov>.

15. Biossegurança em Laboratório de Parasitologia

Antoniana Ursine Krettli

Ao Dr. Franklin Neva (NIAID, NIH) pela ajuda com as Referências Bibliográficas e a Margie Sullivan (NIH) pelo empréstimo dos livros. A Lain Carlos P. de Carvalho e Neuza Alcantara pelas discussões e acolhida na Bahia.

15.1. Introdução

Uma abordagem criteriosa e abrangente dos detalhes de infecções parasitárias que nas últimas décadas têm interessado aos profissionais que atuam nas áreas das ciências da saúde e biológica e aos governantes, assim como aos vários centros de pesquisa e de saúde, pela prevalência de doenças endêmicas e a importância das infecções que têm aumentado em todo o mundo.

Entre as razões mais importantes para o aumento do número de casos de algumas endemias como (malária, leishmanioses, doença de Chagas, tuberculose), a autora deste, chama atenção especial ao empobrecimento populacional e dos acidentes de trabalho que, embora sejam registrados oficialmente em pequeno número, preocupa e nos leva a incluir esta matéria. A mesma tece comentários de biossegurança referindo sempre cuidados e detalhes técnicos.

15.2. Infecções Adquiridas no Laboratório com Ênfase em Alguns Protozoários Virulentos

Nas últimas décadas, a prevalência de doenças endêmicas e a importância das infecções parasitárias têm aumentado em todo o mundo. Entre as razões mais importantes para o aumento do número de casos de algumas endemias (malária, leishmanioses, doença de Chagas, tuberculose) está o empobrecimento populacional; o aquecimento global, favorecendo a proliferação de vetores de doenças; grandes migrações humanas de áreas rurais para centros urbanos muito populosos, vivendo aí em condições precárias e sem assistência médica adequada; o aumento do número de indivíduos imunossuprimidos por outras infecções concomitantes, inclusive pelo vírus HIV. Esta imunossupressão vem favorecendo a reagudização de doenças crônicas sob controle do sistema imunológico, com protozoários, bactérias e vírus. Algumas das doenças parasitárias, tema central da revisão, haviam sido consideradas sob controle e em fase de erradicação pela Organização Mundial de Saúde na década de sessenta. Esse é o caso da malária, endêmica no continente africano onde se concentram mais de 90% dos casos mundiais, na região sub-Saara, afetando bilhões de indivíduos e causando de 1-2 milhões de óbitos anuais entre crianças (WHO, 1997). No Brasil o número de casos de malária aumentou de 70 mil por ano, no início dos anos 70, para 610 mil casos em 1999, segundo dados da Fundação Nacional de Saúde.

Cerca de 10 mil mortes anuais são registradas aqui, causadas pelo *P. Falciparum*, a espécie mais virulenta entre as quatro que acometem o homem. Não existem vacinas disponíveis para a malária apesar de algumas já terem sido testadas em voluntários, em ensaios pré-clínicos e em áreas endêmicas. Além disto o *P. Falciparum* se mostra gradativamente mais resistente aos medicamentos disponíveis. Atualmente a malária continua sendo considerada a doença parasitária que mais causa perdas econômicas mundialmente, segundo o Banco Mundial.

Semelhante estado de agravamento ocorre com as leishmanioses, protozooses cujas prevalências aumentam em todo o mundo, inclusive no continente europeu. As leishmanioses, tanto a tegumentar como a visceral, até a algumas décadas eram consideradas zoonoses ou antroponoses, restritas a condições epidemiológicas específicas. Atualmente, as leishmanioses são transmitidas mesmo na periferia das grandes metrópoles como Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte e Salvador. Só em Belo Horizonte e adjacências, Passos e colaboradores estudaram mais de 400 casos agudos em cerca de seis anos (Passos, 1998; Passos et al. 2000).

A Doença de Chagas, causada pelo protozoário *Trypanosoma Cruzi*, é outra importante endemia humana na América Latina. Este parasita circula entre animais silvestres na América do Norte (Sul dos Estados Unidos) onde há raros casos de infecção humana. Circula como zoonoses entre numerosas espécies de vertebrados domésticos e do peridomicílio e silvestre, em geral na forma crônica assintomática. O *T. Cruzi* tem como principal forma de transmissão o contato com tripomastigotas, presentes nas fezes de insetos triatomíneos hematófagos, naturalmente, infectados. Tal forma de transmissão vetorial, denominada contaminativa, tem sido agora considerada interrompida em alguns países, inclusive no Brasil e na Argentina, segundo dados da Organização Mundial da Saúde. Estima-se em cerca de 6 milhões o número de casos crônicos só no Brasil, muitos dos quais evoluirão para patologias graves, sejam cardiopatias ou megalopatias (megaesôfago e megacólon). Outras formas de transmissão humana continuam a ocorrer, por exemplo, através de transfusão sanguínea, ingestão de carnes ou outros alimentos contaminados (via oral ou mucosa bucal), transmissão congênita, bem como acidental.

Para estas endemias não há vacinas disponíveis nem tratamentos ideais mesmo para as infecções agudas. Por exemplo, nas leishmanioses e nos casos de *T. Cruzi*, as drogas são tóxicas e de baixa eficácia. A maior parte das drogas disponíveis é pouco eficaz na fase crônica, de baixa tolerância ou apresenta elevada toxicidade. No caso da malária pelo *P. Falciparum*, causador da febre "terça maligna", a maior parte dos parasitas se mostra resistente aos medicamentos atualmente disponíveis. Finalmente, os mecanismos de morbidade, bem como as bases da imunidade adquirida nestas parasitoses na fase crônica, são mal conhecidos.

O interesse no estudo de parasitas tem aumentado, seja a busca de vacinas, de novas drogas quimioterápicas, estudos de biologia e dos fatores de virulência. Os parasitas têm merecido atualmente grande atenção por parte dos pesquisadores e de órgãos da Saúde Pública e Coletiva em todo o mundo, pelo agravamento da situação das doenças parasitárias crônicas. O interesse no seu estudo, na última década, está provavelmente, na reagudização causada pela imunossupressão em pacientes aidéticos, resultando em elevada morbidade por parasitoses concomitantes, antes em aparente estado de equilíbrio com o hospedeiro. Esse equilíbrio parasita-hospedeiro com frequência resulta numa doença crônica assintomática, ou nos portadores "sãos", o caso de 70% dos adultos, com *T. Cruzi* e a maioria das toxoplasmose e leishmanioses. Como consequência da imunossupressão, o equilíbrio parasita-hospedeiro vertebrado é rompido. Novas fases agudas ou complicações variadas, típicas de cada caso, podem levar o paciente imunossuprimido a óbito, pelo *Toxoplasma Gondii*, *T. Cruzi* e na Criptosporidiose (causadora de diarreia aguda letal).

O fato de o número de laboratórios envolvidos em estudos de parasitoses ter aumentado, tem gerado uma maior necessidade de treinamento adequado do pessoal que lida com espécies de protozoários virulentas. As infecções acidentais com o *T. Cruzi* adquiridas nos laboratórios de pesquisas chegam a ser alarmantes pela sua gravidade e número crescente, que são dezenas descritas na literatura, segundo Brener (1984; 1987) e Harding & Liberman (1995).

15.2.1. Dados Epidemiológicos

Há poucos levantamentos sobre a prevalência de infecções adquiridas no laboratório (IAL). Nos dados históricos do primeiro trabalho desta natureza, Pike (1978, 1979) relata um total de 4.079 casos de IAL entre 1924-77, sendo 168 fatais. A etiologia destas infecções foi assim registrada: um total de 1.704 foi causado por bactérias; 1.179 por vírus; 598 por rickettsias; 354 por fungos; 128 por clamídia e 116 por parasitas (3% do total representados por 17 diferentes espécies). As doenças mais frequentes relatadas foram brucelose, febre tifóide, hepatite e tuberculose. Curiosamente Pike não faz menção a IAL pelo *T. Cruzi* embora alguns casos tivessem sido registrados na literatura.

Entre 1980-91 foram relatados 375 casos de IAL com 5 óbitos, sendo os seguintes os registros, segundo Harding & Liberman (1995): 162 rickettsiosis; 119 infecções virais, 3 das quais foram fatais; 65 casos por bactérias (especialmente Salmonela, Brucela, Chlamidia) com duas mortes, ambas por *Neisseria Meningitis*. Um total de 13 casos destas IAL foram por protozooses, sendo 3 causados por leishmanias, 3 por tripanosomíases; 2 por plasmódios, causadores de malária; 1 por criptosporidiose e 1 por toxoplasmose. Segundo os autores, há 39 casos de IAL pelo vírus HIV, causador da síndrome de imunossupressão adquirida (AIDS em inglês), entre profissionais da saúde, registrados pelo CDC / USA.

15.2.2. Principais Formas de Contaminação e População de Risco

A maior parte dos casos de IAL é de origem desconhecida (82%), segundo Harding & Liberman (1995). As formas de contaminação registradas nos 18% restantes destas infecções foram por acidentes com agulha/seringa (25%); ou por aerossóis (27%). Os aerossóis são formados durante variadas técnicas de rotina de laboratório, resumidas na Tabela 1. Os ferimentos ocasionados por vidros quebrados e/ou superfícies cortantes são responsáveis por 16% dos casos, enquanto 13% dos casos de IAL resultam da aspiração do agente infeccioso, via pipeta. Outras formas citadas como prováveis nas IAL (18%) são:

- ▶ mordida de animais durante seu manuseio no laboratório, provavelmente por causa do pouco treino técnico;
- ▶ contato com materiais infectados cuja causa não foi adequadamente comprovada podendo ser em bancadas ou vidrarias sujas, mãos e/ou superfícies contaminadas;
- ▶ ingestão de material infectante em alimentos, mãos sujas ou cigarros, inadequadamente usados no laboratório. Ingerir alimentos e fumar está especialmente associado aos casos de IAL com *S. Thypi*.

As populações mais expostas a riscos de IAL são as que trabalham nos laboratórios de pesquisas (59%), por causa do manuseio de materiais potencialmente contaminativos em larga escala. Em segundo lugar está o pessoal técnico nos laboratórios de análises clínicas (17%); em terceiro, o pessoal de produção biológica (3%) e envolvido no ensino (3%).

15.2.3. Fator Humano: Risco Maior nas IAL

Considera-se o fator humano como sendo o mais importante nas IAL. Portanto, se bem treinados, os indivíduos terão menos riscos de infectarem a si e aos outros no local de trabalho. O “fator humano”, como causa principal nas IAL, resulta na maioria das vezes de uma má prática no manuseio do material infectante por diversas razões, mas sobretudo pelo treinamento insuficiente em trabalhos de alto risco. Muitas vezes o técnico ou estudante, pouco experientes, sem o conhecimento adequado dos riscos e/ou do manuseio do material infectante, lidam com massas de protozoários sem os cuidados básicos, colocando em risco a si próprio e aos demais no seu ambiente. A pressão para execução de estágios e teses em tempo recorde, em laboratórios sem uma tradição de pesquisas, tem, infelizmente, gerado um número elevado de IAL, inclusive com parasitas altamente virulentos como o *Trypanosoma Cruzi*, aqui e no exterior. O primeiro a chamar atenção para a doença de Chagas acidental foi Brener no trabalho que já no título se refere a IAL pelo *T. Cruzi*: “an endemic disease among parasitologists?” (Brener 1984). Neste trabalho ele registrou um total de 40 casos e mais tarde 45 revistos por ele em 1987 e por Herwald & Juranek (1993 e 1998). Brener atualizou os dados com um total de 15 novos casos publicados (Universidade de Campinas-SP, UFRJ, UFSC, HC-SP, UFOP-MG, Stanford University-USA, Montpellier-Fr e Instituto Pasteur-Fr). Segundo Brener, o paradigma da prevenção é impedir que o parasita entre em contato com o tegumento e mucosas, o que pode ser feito pelo uso de fluxo laminar, máscaras, pipetas descartáveis, aventais e luvas. Uma vez que a inoculação e sangria de animais constituem o maior risco, somente devem manejá-los indivíduos após rigoroso treinamento, tema que será abordado com mais detalhes.

Alguns dados epidemiológicos sobre IAL se referem a diferenças de comportamento curiosas: os homens estão sete vezes mais envolvidos em IAL que mulheres (Lieberman & Harding, 1989). Atribui-se isto ao fato de serem as mulheres mais cuidadosas no laboratório. Em relação a diferentes faixas etárias, os jovens com idade entre 19 e 24 anos são duas vezes mais afetados que indivíduos entre 40 e 60 anos. Em ambos, os grupos foram corrigidos pelos tempos efetivamente gastos na bancada.

Como nas infecções em geral, os indivíduos saudáveis têm menores riscos de IAL que os imunossuprimidos e que as pessoas com problemas crônicos de pele, barreira inicial contra patógenos. Cuidados especiais se fazem necessários para prevenção de IAL durante a gravidez, por causa dos riscos de transmissão congênita no caso de grupos que lidem com patógenos virulentos.

Entre os fatores mais importantes nas IAL está a formação de aerossol, o qual se origina em determinadas práticas, resumidas na tabela 1. Observa-se claramente que uma má técnica constitui risco significativamente maior por gerar mais partículas de aerossol. Estes podem ser altamente infectantes conforme o parasita manuseado: bactéria, vírus. Em geral, a dose infectante de material virulento é muito baixa (tabela 2); portanto fica fácil entender porque 82% dos casos de IAL têm origem desconhecida. Aspirar ou mesmo ingerir aerossóis formados pela má prática resultará em infecções cuja origem dificilmente será detectada, seja no local do trabalho, ou nas suas adjacências.

15.2.4. Parasitas Potencialmente Infectantes no Laboratório

Em princípio, pode-se ser infectar acidentalmente com qualquer parasita, protozoário ou helminto, se este for manuseado inadequadamente no laboratório de pesquisas, de análises clínicas ou nos hospitais. Infelizmente, vacinas eficazes para profilaxia de tais infecções não estão ainda disponíveis, exceto a vacina contra Hepatite B. O conhecimento adequado das formas e/ou fases infectantes de cada agente manuseado é obrigatório, antes de se iniciar as referidas práticas com as várias parasitoses. Os técnicos, estudantes e estagiário devem ser orientados sobre os riscos e cuidados inerentes a cada caso. Após uma aula teórica ou um curso convencional obrigatório de poucas horas, a conscientização de tais riscos será menos eficaz que a prática supervisionada. Podem ser considerados aptos ao trabalho somente os indivíduos treinados pelos responsáveis pela prática rotineira. Alguns casos de protozoários mais patogênicos, com as respectivas formas infectantes, bem como os principais sintomas agudos em cada caso, estão exemplificados na tabela 3.

As medidas preventivas de acidentes de laboratório variam com cada espécie de material biológico manuseado. Recomenda-se, conforme cada caso, o uso de material protetor da pele (avental, luvas) das mucosas ocular, nasal e da boca (máscara). No entanto, o mais importante é o domínio da técnica antes de nela introduzir material infectante. Recomenda-se que o manuseio de material passível de gerar aerossol seja conduzido em capela de fluxo negativo. Outros cuidados básicos como não ingerir alimentos e não fumar durante tais operações, ou nas suas proximidades são recomendados, especialmente porque a formação de aerossol pode passar despercebida. Cuidados especiais devem ser reservados à limpeza adequada do local do manuseio e das mãos, já que a maior parte de agentes infecciosos é infectante via oral, seja pela penetração via mucosa (*T. Cruzi*, por exemplo) ou mucosa gastrointestinal, sobretudo no caso de amebas, ou outros cistos ou oocistos (*Toxoplasma*) exemplificados na tabela 3.

As medidas de proteção individual e coletiva no caso de manuseio de parasitas intestinais, protozoários ou helmintos estão resumidas na tabela 4, sendo basicamente as mesmas para os protozoários sangüíneos discutidos acima. Estes incluem manuseio cuidadoso das formas infectantes e uso de capela de fluxo negativo. Medidas gerais higiênicas tais como lavar e descontaminar as mãos e as luvas, usar avental, proteger as mucosas por meio de máscaras são importantes. Lembrar que no caso de *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia*, *Acantamoebas*, etc., infectantes via transmucosa, estas são medidas mais importantes.

Recomenda-se trabalhar em bancada coberta com papel absorvente (fralda descartável ou papel de filtro) e caso isto não seja possível, cuidar da desinfecção das superfícies impermeáveis. Gotículas de meios líquidos em geral mantêm os parasitas viáveis por muitas horas, possibilitando que outras pessoas não envolvidas no manuseio deles se infectem em ambientes pouco cuidados. Evitar a formação de aerossóis é preocupação número um, em todos os casos onde parasitas infectantes estão sendo manuseados. Os aerossóis são os maiores suspeitos nos casos de IAL de causa desconhecida.

15.2.5. Diagnóstico de Doenças Agudas Após Suspeita de IAL

Durante o treinamento do pessoal de laboratório é fundamental a conscientização da necessidade de relatar todo e qualquer acidente ao responsável pelo projeto, laboratório, hospital, etc, seja ao orientador ou ao chefe da equipe. A simples possibilidade de tocar ou ingerir material infectante acidentalmente deve ser imediatamente comunicada após o presumível acidente. Esta informação importante deve ser insistentemente transmitida ao pessoal em fase de treinamento, aos recém-chegados no laboratório que irão lidar com protozoários virulentos, sobretudo, causadores da Doença de Chagas, toxoplasmose, criptosporidiose e malária.

A maior parte dos casos de IAL são facilmente curados se tratados tão logo elas sejam adquiridas. Um tratamento presuntivo ou profilático do *T. Cruzi*, *T. Gondii*, *Plasmodium Falciparum* é fundamental, todos facilmente erradicados do organismo recém-infectado. Tratar imediatamente após infecção ou logo no início dos sintomas agudos da doença, se por acaso o momento da contaminação passou despercebido, é mais fácil que após instalação de ciclos do parasita no organismo infectado. Os sintomas agudos mais freqüentes, bem como as medidas profiláticas ou terapêuticas para cada IAL estão resumidos nas tabelas 3 e 4. Os métodos para diagnóstico de algumas parasitoses importantes e mais graves no nosso meio estão resumidas na tabela 5. Além disto, alguns exemplos de conduta estão ilustrados nas recomendações contidas no final deste capítulo.

15.2.6. Biossegurança em Manuseios de Larga Escala

Uma boa conduta prática pode prevenir exposição a agentes perigosos, tanto infecciosos como químicos. A biossegurança visa proteger o trabalhador, seus colaboradores, bem como a comunidade próxima ao local de possíveis infecções e/ou contaminações do meio ambiente. Algumas recomendações são regulamentadas por leis, não sendo objeto de nossa apresentação. Outras são de consenso, regras predeterminadas no laboratório, como o treinamento repetitivo da equipe e das pessoas que nela se incorporam. O rigor e a repetição são fundamentais ao se lidar com parasitas e outros agentes virulentos. Resumimos algumas recomendações gerais, necessárias, sobretudo, nos locais onde se lida com massas de parasitas infectantes. Alguns desses critérios de biossegurança são do National Institute of Health, segundo Fleming (1995).

- ▶ Trabalhos com microorganismos devem ser conduzidos em sistemas fechados para minimizar ou prevenir a liberação de aerossóis;
- ▶ Aerossóis podem ser contidos ou sua dispersão minimizada pelo tratamento com exaustor. Sempre que possível trabalhar em capela de fluxo negativo;
- ▶ A formação de aerossóis deve ser controlada durante a adição de matérias em sistemas fechados;
- ▶ Aerossóis devem ser controlados durante a remoção de materiais, produtos e efluentes durante sua liberação;
- ▶ Os sistemas fechados devem ser mantidos sob baixa pressão.

15.2.7. Conduta em Alguns Casos de IAL

Discutimos aqui algumas condutas em casos de IAL causadas por parasitas. Devido ao número alarmante de casos de infecção pelo *T. Cruzi* nos laboratórios de pesquisas no Brasil e à controvérsia na conduta sobre a profilaxia deles e ao tratamento dos casos agudos será dada maior ênfase a estes casos.

▶ *T. Cruzi*

No caso de acidente com *T. Cruzi*, ou mesmo de suspeita de contaminação (acidente com agulha/seringa, ingestão de material infectante ou contato acidental com sangue de animais com tripomastigotas, etc), deve-se iniciar o tratamento imediatamente. Recomendamos não se aguardar a demonstração de parasitas no sangue do indivíduo com suspeita da infecção, pois isto demandaria semanas, com possibilidade de complicações da fase aguda. Um caso de óbito por infecção acidental não tratada já foi descrito na Argentina (Brener 1987). O tratamento precoce é, porém controverso, sendo a conduta regida por regras muito diferentes nos diferentes países. Tratar o acidentado visando destruir o inóculo, antes da penetração e do início do ciclo intracelular do parasita, possibilitará maior chance de sucesso de cura. Após instalação do ciclo intracelular no caso do *T. Cruzi* e sua proliferação, por certo ocorrerá maior dificuldade para ação de medicamentos, sobretudo, aqueles de eficácia baixa.

Apesar da toxicidade e baixa tolerância ao Benznidazol, recomenda-se seu uso e não de nifurtimox, de menor eficiência contra o *T. Cruzi*. Fazer uso imediato de benznidazol, em caso de acidentes com o *T. Cruzi* no laboratório (6-8mg/kg diários), por 10 dias ou até 30-40 dias caso não ocorra intolerância gástrica, ou outro efeito colateral tóxico da droga. Fazer uso da droga pelo tempo mínimo, suspendendo o tratamento e conduzindo, em paralelo, exames para controle da infecção (sorologia e exames parasitológicos).

No Brasil recomenda-se o tratamento de IAL pelo *T. Cruzi* com benznidazol ou nifurtimox. No entanto o Center for Disease Control (CDC), nos Estados Unidos, responsável pelo diagnóstico e tratamento de casos de IAL, desaconselha o tratamento preventivo nos casos de acidentes de baixo risco. Nestes casos o CDC recomenda o seguimento clínico, sorológico e parasitológico do acidentado, tratando somente os casos de infecção comprovada. Como o benznidazol não tem seu uso liberado nos EUA, os casos de IAL pelo *T. Cruzi* são tratados no país apenas com nifurtimox. Apesar de possível intolerância ao benznidazol, há alguns anos este tem sido usado no Brasil, inclusive nos casos de infecção por contaminação, nas IAL, por médicos clínicos com vasta experiência no acompanhamento dos pacientes, inclusive tratados na fase crônica (Fragata-Filho et al. 1997).

Testes sorológicos anuais para indivíduos expostos a parasitas virulentos, possibilitam o tratamento precoce em caso de soroconversão. O tratamento precoce por certo aumenta as chances de eliminação do *T. Cruzi* no caso de infecções agudas não detectadas no momento do acidente; ao contrário do tratamento na fase crônica, de eficácia ainda controversa e difícil soroconversão pelos métodos convencionais usados para seu diagnóstico (Krautz et al. 2000; Krettli, 1999; Krettli et al 1982; Galvão et al. 1993). Recomenda-se coletar uma amostra de sangue assim que o técnico / estudante ou pesquisador chegue ao laboratório, antes de lidar com o parasita, repetindo a coleta de sangue a cada 6 ou 12 meses, rotineiramente, em todos que lidam com parasitas vivos virulentos.

▶ IAL por Babesia

Por causa das semelhanças de sintomas agudos com malária (febre, anemia) e da morfologia destes parasitas, o diagnóstico diferencial de malária é aconselhável. Nos indivíduos necessitando tratamento por babesia, usar clindamicina e quinina.

▶ Leishmanioses

Nos casos de suspeita de IAL o tratamento presuntivo não é recomendado pelo CDC / USA que preconiza o acompanhamento clínico e sorológico a cada 6 ou 12 meses. Tratar com antimonial pentavalente se indicado.

▶ Malária

O tratamento de malária aguda depende da espécie de parasita. A infecção pelo *P. Falciparum* pode ser fatal, em uma a duas semanas, se não tratada. O uso de mefloquina, de quinina, derivados de artemisinina em combinação com outros antimaláricos, de cloroquina mais primaquina (no caso de *P. Vivax*), ou de antibióticos (minociclina, amoxicilina) em combinação com outras drogas é recomendados conforme cada caso. O tratamento do *P. Falciparum* deve ser feito por clínico experiente, sendo recomendável o exame de sangue para acompanhamento de desaparecimento dos parasitas sanguíneos. A existência de parasitas resistentes a drogas, inclusive o *P. Vivax* requer atenção especial, inclusive deve-se monitorar a parasitemia na fase aguda.

Dois casos fatais de IAL foram descritos um para Toxoplasmose outro para *T. Cruzi* (citados por Brener, 1984, 1987). Recomenda-se tratamento presuntivo de toxoplasmose com pirimetamina e sulfadiazina ou trisulfapirimidina, em associação com ácido fólico. No caso do *T. Cruzi* ver recomendações acima.

15.2.8. Tabelas

Tabela 15.1 - Partículas de aerossol criadas durante operações rotineiras e número de colônias viáveis, veículos potenciais de infecções adquiridas no laboratório*

OPERAÇÃO EXECUTADA	COLÔNIAS VIÁVEIS	TAMANHO DA PARTÍCULA (UM)
Homogenizar culturas		
▪ Pipetando	6,0	3,5
▪ Vortexando	0,0	0,0
▪ Derramando	9,0	9,4
Misturador / Liquidificador		
▪ Com tampa	119	1,9
▪ Sem tampa	1.500	1,7
Sonicador / Ultra-som	6	4,8
Culturas ou soros liofilizados		
▪ Abrindo cuidadosamente	134	10
▪ Quebrando o tubo ao abrir	4.838	10
Descongelamento de material mantido em N ₂ líquido **	>5.000	10

* Adaptado de Harding e Liberman, 1995.

** Com elevada frequência, ocorre explosão de capilares durante o descongelamento, razão pela qual o uso de máscaras protetoras das mucosas durante tal procedimento é obrigatório, além de luvas e avental.

Tabela 15.2 - Dose infectante para seres humanos de alguns microorganismos manuseados no laboratório*

DOENÇA OU AGENTE INFECCIOSO	DOSE	VIA DE INOCULAÇÃO
Tifo (Rickettsia)	3	Intradérmica
Malária	10	Intravenosa
Sífilis	57	Intradérmica
Febre Tifóide	10	Ingestão
Cólera	10	Ingestão
<i>Echerechia Coli</i>	10	Ingestão
Shigelose	100	Ingestão
Sarampo	0,2	Inalação
Encefalite Venezuelana	1,0	Subcutânea
Poliovírus	2	Ingestão
Vírus coxackie	18	Inalação
Vírus influenza	780	Inalação

* Ref. Liberman & Harding & 1989. Harding e Liberman, 1995; Wedum et al 1972.

Tabela 15.3 - Protozoários sangüíneos e teciduais virulentos para o homem, vias e formas contaminantes e principais sintomas nos casos de infecções agudas.

DOENÇA / ORGANISMO	VIA DE INFECÇÃO	FORMA INFECTANTE	SINTOMAS
Acantameba	Ferimento, mucosa ocular	Trofozoítas, cistos	Neurológicos Abscessos de pele Pneumonia
Babesiose	Seringa Ferimento Vetor	Esporozoítas, Formas sangüíneas	Febre, anemia, cansaço
Leishmanioses (diferentes espécies)	Seringa, Vetor Ferimento, transmucosa	Amastigotas, promastigotas	Variam conforme forma: cutânea, mucosa ou visceral*
Malária Plasmodium	Seringa, Vetor Ferimento	Esporozoítas Formas sanguíneas	Febre, anemia, cefaléia Neurológicos
Negleria	Nasofaringe, através de aerossol	Trofozoítas, cistos	Neurológicos, cefaléia
Sarcocystis	Oral	Cistos teciduais	Gastrointestinais
<i>T. Gondii</i> Toxoplasmose	Oral, Seringa Ferimento Transmucosa	Oocistos, cistos teciduais, taquizóitos	Adenopatia, febre, mal-estar
<i>T. Cruzi</i> <i>Doença de Chagas</i>	Seringa Ferimento Transmucosa Oral	Tripomastigotas, amastigotas	Febre, edema e/ou eritema locais (chagoma de inoculação); adenopatia, cefaléia, ECG alterado

* Os sintomas das leishmanioses dependem da forma clínica, acredita-se causada por diferentes espécies do parasita, morfologicamente indistinguíveis: *Leishmania braziliensis*, *L. Mexicana*, *L.*

Chagasi causam as formas cutâneas e/ou mucosas, enquanto a *L. Donovanii*, causa à forma visceral fatal, se não tratada.

Dados adaptados de Herwald & Juranek, 1993, 1995.

Tabela 15.4 - Protozoários e helmintos intestinais causadores de infecções adquiridas no laboratório, vias de infecção, formas infectantes e principais sintomas nos casos agudos*

ORGANISMO INFECTANTE	VIA DE INFECÇÃO	FORMA INFECTANTE	SINTOMAS
Protozoários			
▪ <i>Cryptosporidium</i>	Oral, transmucosa	Esporozoítas Oocistos	Diarréia, dor abdominal
▪ <i>Entamoeba hystolítica</i>	Oral	Cistos	Diarréia, dor abdominal
▪ <i>Giardia lamblia</i>	Oral	Cistos	Diarréia, dor abdominal, náusea, flatulência
Helmintos			
▪ <i>Áscaris</i>	Oral Percutânea	Ovos/antígeno de verme adulto	Tosse, febre, pneumonia, dores abdominais, diarréia / constipação
▪ <i>Enterobius</i>	Oral	Ovos	Prurido anal
▪ <i>Ancilostomideos</i>	Percutânea	Larvas	Diarréia, dor abdominal, anemia
▪ <i>Schistosoma</i>	Percutânea	Cercária	Dermatite, febre, Hepato / Esplenomegalia
▪ <i>Strongylóides</i>	Percutânea	Larvas	Tosse, dor torácica / abdominal
▪ <i>Taenia Solium</i>	Oral	Ovos, cisticercos	Cisticercose Teníase

* Segundo Herwald & Juranek, 1993, 1998.

Tabela 15.5 - Métodos para diagnóstico de doenças agudas após suspeita de infecção acidental no laboratório

INFECÇÃO PROVÁVEL*	MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO
Malária	<ul style="list-style-type: none">▪ Esfregaço sangüíneo corado pelo Giemsa;▪ Cultivo sangüíneo;▪ Sorologia;▪ Sub-inoculação de sangue em animais.
Leishmaniose (L) <ul style="list-style-type: none">▪ L. cutânea;▪ L. visceral;▪ L. mucosa.	<ul style="list-style-type: none">▪ Raspado da lesão, biopsia +esfregaço por aposição;▪ Sorologia, biopsia MO, cultura;▪ Sorologia, biopsia, cultura.
Doença de Chagas	<ul style="list-style-type: none">▪ Esfregaço sangüíneo;▪ Hemocultura;▪ Biopsia do chagoma de inoculação;▪ Xenodiagnóstico;▪ Inoculação de animais;▪ Sorologia.
Toxoplasmose	<ul style="list-style-type: none">▪ Sorologia (IgM);▪ Inoculação de animais;▪ Cultura de tecidos.

*Ver no texto conduta para os diferentes casos.

15.3. Bibliografia

- ▶ BRENER, Z. **Laboratory-acquired Chagas' disease: comment.** Trans R Soc Trop Med Hyg, 81: 527. 1987.
- ▶ _____. **Laboratory-acquired Chagas Disease: an endemic disease among parasitologists.** p. 4-11. In CM Morel (ed), Genes and Antigens of Parasites: a Laboratory Manual, 2nd ed, FIOCRUZ, Rio de Janeiro. 1984.
- ▶ FLEMING, D. O. **Laboratory Biosafety Practices**, p. 203-218. In Laboratory Safety: Principles and Practices, 2ª edição, ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, DC. 1995.
- ▶ FRAGATA-FILHO A. A.; LUQUETTI, A. O.; PRATA, A.; RASSI A.; GONTIJO, E. D.; FERREIRA, H. O.; CANÇADO, J. R.; COURA, J. R.; ANDRADE, S. G.; MACEDO, V.; AMATO, Neto V.; OLIVEIRA, Jr. W. & BRENER, Z. **Parasitol Today.** 13(4): 127-128. 1997.
- ▶ GALVÃO, L. M. C.; NUNES, R. M. B.; CANÇADO, J. R.; BRENER, Z. & KRETTLI, A. U. **Lytic antibody titre as a means of assessing cure after treatment of Chagas disease: a 10 years follow-up study.** Trans R Soc Trop Med Hyg, 87: 220-223. 1993.
- ▶ HARDING, L. & LIBERMAN, D. F. **Epidemiology of Laboratory-Associated Infections.** p. 7-15. In Laboratory Safety: Principles and Practices, 2ª edição, (Ed) ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, DC. 1995.

- ▶ HERWALD, B. L. & JURANEK, D. D. **Laboratory – acquired Malaria, Leishmaniasis, Trypanosomiasis and Toxoplasmosis**. Am. J. trop. Med. Hyg 48 (3): 313-323. 1993.
- ▶ _____ . **Protozoa and Helminths**. p. 77-91. In Laboratory Safety: Principles and Practices, 2ª edição, (Ed) ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, DC. 1995.
- ▶ KRAUTZ, G. M.; KISSINGER, J. C. & KRETTLI, A. U. **The targets of the lytic antibody response against Trypanosoma cruzi**. Parasitol Today, 16(1): 31-34. 2000.
- ▶ KRETTLI, A. U. **Diagnosis of Trypanosoma cruzi chronic infections in humans: usefulness of the complement regulatory protein antigens and lytic antibodies in the control of cure**. Mem Inst Oswaldo Cruz, 94 (suppl. I): 301-304. 1999.
- ▶ KRETTLI, A. U.; CANÇADO, J. R. & BRENER, Z. **Effect of specific chemotherapy on the levels of lytic antibodies in Chagas's disease**. Trans R Soc Trop Med Hyg, 76(3): 334-340. 1982.
- ▶ LIBERMAN, D. F. & HARDING, L. **Biosafety: the research / diagnostic laboratory perspective**. p. 151-170. In DF Liberman & JG Gordon (eds), Biohazards Management Handbook, Marcel Dekker, Inc., New York. 1989.
- ▶ PASSOS, V. M. A. **Leishmaniose tegumentar americana: caracterização clínica, evolutiva, laboratorial e epidemiológica** (Belo Horizonte, 1989-95). Departamento de Medicina Tropical, UFMG. 1998.
- ▶ PASSOS, V. M. A.; BARRETO, S. M.; ROMANHA, A. J.; KRETTLI, A. U.; VOLPINI, A. C. & COSTA, M. F. F. L. **Skin test as a predictor of American cutaneous leishmaniasis relapse after specific treatment**. WHO Bulletin, in press. 2000.
- ▶ PIKE, R. M. **Past and present hazards of working with infectious agents**. Arch Pathol Lab Med, 102: 333-336. 1978.
- ▶ _____ . **Laboratory-associated infections: incidence, fatalities, causes, and prevention**. Annu Rev Microbiol, 33: 41-66. 1979.
- ▶ WEDUM et al 1972, J.Am Vet.Med Assoc 161:1557 (cited by Harding & Liberman, 1998 in Epidemiology of Laboratory-Associated Infections, Pag. 7-15).
- ▶ WHO, 1997. World malaria situation in 1994. Population at risk. Wkly. Epidemiol. Rec 72: 269-274.

16. Biossegurança no Trabalho de Laboratório com HIV

16.1. Introdução

A Lei nº 8.974 de 05 de janeiro de 1995, que estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação ao meio ambiente de organismos geneticamente modificados criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Dentre as instruções normativas subsequentemente publicadas pela CTNBio, a Instrução Normativa nº 7 (DOU nº 133 de 09 de junho de 1997) classifica os vírus da imunodeficiência humana HIV, tipos 1 e 2, vírus linfotrópico da célula T humana (HTLV) tipos 1 e 2 e o Vírus da Imunodeficiência Símia (SIV) como agentes da classe de risco 3. Esta classificação em classe de risco 3 (ou NB-3 = Nível de Biossegurança 3) indica um “elevado risco individual e risco limitado para a comunidade”, “patógeno que geralmente causa doenças graves ao homem ou aos animais e pode representar sério risco a quem o manipula. Pode representar um risco se disseminado na comunidade, mas usualmente existem medidas de tratamento e prevenção”.

16.2. O trabalho com agentes patogênicos de classe 3

O trabalho com agentes patogênicos de classe 3 exige diversas precauções, referentes à área de trabalho, equipamentos e manipulação. Para o trabalho com retrovírus (HIV-1, HIV-2, SIV, HTLV-I e HTLV-II) as seguintes normas devem ser seguidas:

16.2.1. Área de Biossegurança

O laboratório de biossegurança deve ter: localização separada da passagem pública, identificada como área de risco biológico, indicando o nível de risco e o agente manipulado (vide modelo anexo), e ser destinado apenas para a manipulação deste(s) agente(s). Deve estar separado da área contígua por uma antecâmara com portas automáticas de abertura seqüencial, mantidas fechadas durante o trabalho e trancadas quando o laboratório não estiver ocupado. A entrada no laboratório de biossegurança deve ser controlada, sendo restrita para pessoas que tenham tido treinamento específico. Deve haver um visor para observação da sala pelo lado de fora. O laboratório deve ter piso, paredes e teto lisos, de fácil limpeza, sem juntas, com dutos aferentes e eferentes selados para permitir descontaminação a gás (fumigação). Normas e materiais de descontaminação devem estar disponíveis. A área não poderá ter janelas (janelas porventura existentes devem ser vedadas), e deve conter um mínimo de móveis e equipamentos. Deve ter um sistema de emergência elétrica e ventilação própria, separada da ventilação da antecâmara, com fluxo de ar unidirecional de fora para dentro (pressão de ar negativa no laboratório de biossegurança). Iluminação de emergência e um telefone (ou interfone) devem estar disponíveis. A sala não deverá ter ralo ou pia, porém uma pia automática deve existir na antecâmara ou na área contígua, assim como um lava-olhos.

16.2.2. Equipamentos

O laboratório deve ter seus próprios equipamentos, para serem usados apenas para manipulações de agentes de risco 3. Toda manipulação do retrovirus deverá ser feita em sistema de confinamento cujo ar de exaustão deverá passar por um filtro esterilizante, do tipo de uma capela de fluxo laminar de tipo II (segurança biológica). Agitação, vortexação, homogenização e sonicagem devem ser feitas exclusivamente na capela de fluxo laminar. Somente centrífugas com rotores ou suportes de tubos seláveis poderão ser utilizados. Locais apropriados para estocagem de material biológico NB 3, tais como estufas, geladeira, freezer devem estar disponíveis no laboratório de BS para evitar transportes constantes de materiais contaminados.

16.2.3. Pessoal

É imprescindível que todo pessoal que manipule retrovirus tenha um treinamento específico intenso. Normas de trabalho e procedimentos emergenciais devem estar disponíveis para todos, individualmente. Não é permitido que pessoas trabalhem sozinhas sem acesso a auxílio.

O risco de infecção por retrovirus é baixo para laboratoristas (em comparação a outros agentes tais como os vírus da Hepatite, por exemplo): aproximadamente 0,3% dos indivíduos que acidentalmente se feriram por perfurações com agulhas ou cortes com materiais infectados resultaram HIV-1 positivos (CDC, dezembro 1995).

O perigo maior é apresentado por inoculação parenteral acidental, seguido de exposição por contato com feridas. CUIDADO: O VIRUS SE MANTÉM POTENCIALMENTE INFECTANTE EM SANGUE OU DERIVADOS SANGÜÍNEOS SECOS POR VÁRIOS DIAS.

Cuidados especiais devem ser tomados na manipulação de materiais humanos ou de primatas não humanos: sangue ou derivados de sangue, urina, sêmen, líquido cerebrospinal, saliva, leite materno, lágrimas, líquido amniótico e tecidos. Deve-se evitar o uso de vidro, bisturi, seringas e agulhas, nunca recapear agulhas, mas desprezá-las diretamente em frasco especial resistente à perfuração, tampado.

Para a entrada no laboratório de biossegurança, o uso de jalecos longos de mangas compridas (com fecho dorsal ou lateral), luvas e sapatos fechados são obrigatórios. Os jalecos de uso no laboratório de BS devem ser armazenados na própria área de trabalho (preferencialmente na antecâmara) e descontaminados (autoclavados) antes de serem lavados. Antes de descartar as luvas, desinfetá-las tomando cuidado para não criar aerossol. Guardar as luvas somente se inevitável, molhadas com desinfetante, viradas para dentro, sempre desvirando antes de reutilizar. Lavar as mãos após tirar as luvas. Evitar o uso de lentes de contato ou, se imprescindível, usar óculos protetor.

As regras básicas de trabalho com materiais biológicos devem ser seguidas: não pipetar com a boca, não beber, comer, fumar, aplicar cosméticos, mastigar lápis etc.

Recipientes adequados para coleta e armazenamento de lixo líquido e sólido devem estar disponíveis, à prova de acidentes.

Indivíduos que manipulam retrovirus em laboratório devem manter amostras de soro para teste sorológico com periodicidade de 6 meses, sendo que pelo menos 1 amostra de soro negativa para retrovirus deve ser guardada para uso como amostra base.

O pessoal da limpeza deve ser informado do risco. Deve seguir as normas do laboratório (avental, luvas, etc). Deve ser responsável apenas pela limpeza do chão.

O pessoal da manutenção (instalações físicas, equipamentos) deverá sempre ser acompanhado por um pesquisador responsável. Deveendo usar acessórios individuais de proteção na área em questão.

De acordo com a instrução normativa nº 7 da CTNBio (DOU nº 133 de 09 de junho de 1997), é permitido efetuar trabalhos de rotina com pequenos volumes de material em ambiente físico NBSL 2, contanto que equipamentos de contenção indicados para NBSL 3 sejam utilizados, com autorização do pesquisador responsável.

16.3. Trabalho com Animais

Todo o trabalho com animais envolvendo agentes de risco classe 3 deve ser realizado dentro do laboratório de biossegurança nível 3, utilizando normas e equipamentos obrigatórios para nível 3 (vide acima), incluindo principalmente acesso restrito a pessoas autorizadas, devidamente treinadas.

Os animais devem ser mantidos dentro do laboratório de BS classe 3, na área de pressão negativa de ar, sendo somente retirados após inativação do agente biológico (autoclavação do animal ao final do experimento) e devem ser incinerados.

Todo o lixo (incluindo maravalha, rejeitos biológicos etc) deve ser descontaminado antes de ser jogado no lixo comum. Gaiolas devem ser descontaminadas após cada uso, assim como garrafas e recipientes de comida.

Se uma autoclave não estiver disponível, fazer descontaminação química, imergindo os materiais inteiramente no desinfetante. Os animais devem ser imersos totalmente no desinfetante, abertos para permitir contato de desinfetante com todos os órgãos e membros do animal. Deixar imerso um mínimo de 2 horas, embalar adequadamente (ideal: selar em plástico) e descartar no lixo adequado.

Deve-se lembrar que mesmo animais “não infectáveis por HIV”, como por exemplo camundongos, mantém o HIV vivo por períodos superiores a um ano.

As normas de trabalho, equipamentos, instalações, descarte, acidentes, descontaminação e limpeza; estipuladas para manuseio de agentes de classe de risco 3 devem ser seguidas a risca, não sendo aceitável a manutenção dos animais em nível 2.

Um controle de vetores (roedores selvagens, insetos) deve estar em uso. Um chuveiro deve estar disponível na área contígua.

Todos os acidentes, incluindo mordidas de animais ou arranhões, devem ser comunicados ao Serviço “Saúde do Trabalhador” e à chefia imediata.

16.4. Descarte e Retirada de Materiais Biológicos

Os microorganismos devem ser inativados por agentes químicos ou físicos antes de entrar em contato com indivíduos não treinados. Deve-se evitar que quaisquer superfícies a serem tocadas por indivíduos não treinados estejam contaminadas. Material descartável deve ser descontaminado antes de ser embalado para descarte. Material reutilizado (vidro, metais) deve ser desinfetado para inativar o agente patogênico antes da lavagem.

Quando há necessidade de retirada de material infectado do laboratório de biossegurança, o mesmo deve estar embalado adequadamente. Basicamente, o material infeccioso deve estar localizado em recipiente com tampa de rosca, lacrado com parafilme, colocado dentro de um segundo recipiente tampado, resistente a perfurações e a quebras, de modo que em caso de acidente não haja extravasamento do material infeccioso. Desinfetar a superfície externa das embalagens antes de retirá-las do laboratório de BS. Para transporte externo, nacional ou internacional, as normas brasileiras (normas IATA: Portaria nº 271-E/SPL, 01.06.1998) para transporte de material infectante devem ser seguidas.

Retrovirus em materiais líquidos podem ser inativados por adição produtos contendo cloro ativo, como por exemplo, água sanitária comercial (1 volume de água sanitária + 2 volumes do líquido infectado) ou hipoclorito de sódio (1 volume de hipoclorito + 9 volumes do líquido contaminado). Pode-se também usar formol na concentração final de 0.36% ou álcool na concentração final de 70%. Os líquidos homogeneizados devem ser mantidos por pelo menos 2 horas antes de seu descarte na pia sob água corrente. Pode-se também autoclavar os líquidos ou levá-los à fervura durante 30 minutos. Outros agentes químicos líquidos são ativos na destruição do HIV-1, como Triton X-100 à 1%, glutaraldeído 1%, -propionolactona e outros. Extremos de pH (≥ 13 ou ≤ 2) também inativam retrovirus (e outros vírus envelopados).

Materiais sólidos podem ser inativados por incubação com produtos clorados, formol ou álcool (vide acima), por tratamento com calor seco (2 horas à 210°C), autoclavação, tinalização, incineração ou fervura (imersão total do sólido) por 30 minutos.

Equipamentos e materiais permanentes devem ser descontaminados antes de sua retirada do laboratório de biossegurança. Recomenda-se limpá-los cuidadosamente com pano embebido em água sanitária, depois com pano embebido em álcool à 70%. Se possível, borrifar o equipamento/material todo com álcool 70% após esta limpeza, deixando secar ao ar.

OBSERVAÇÃO: O vírus HIV não é susceptível à radiação gama normalmente usada para inativação de microorganismos (2.5×10^4 rad) ou à radiação por luz ultravioleta.

16.5. Normas para Acidentes

A primeira providência a ser tomada é a contenção do material contaminado por agente patogênico, portanto deve-se evitar que líquidos se espalhem cobrindo-os com material absorvente seco, depois colocar o desinfetante e descontaminar o material absorvente (autoclave, desinfetante). Deve-se evitar que sólidos sejam carregados nas solas de sapato ou roupas.

Somente após esta contenção, deve-se atender o(s) indivíduo(s) presente(s) durante o acidente:

- ▶ **roupas contaminadas:** molhar bem com álcool (concentração mais adequada: 70%);
- ▶ **feridas:** utilizar material absorvente embebido em povidine (ou álcool à 70%); retirar material contaminante de pele, mucosa oral, ferida. Estimular sangramento após desinfecção;
- ▶ **contaminação ocular:** lavar exaustivamente em lava-olhos (se não tiver, lavar com salina, água boricada ou água da pia em último caso);
- ▶ deve-se tentar coletar um pouco do material infectado para testes;

- ▶ retirar amostra de sangue do(s) indivíduo(s) para ter amostra de soro “base”; e
- ▶ encaminhar a(s) pessoa(s) atingida(s) para atendimento médico.

Fazer o relatório do acidente e enviar ao Serviço “Saúde do Trabalhador” e à chefia imediata.

O tratamento com antiretroviral(is) realizado sob indicação e controle médicos é recomendado. Para atualização, contacte pela Internet <http://www.aids.ms.gov.br>.

16.6. Referências

- ▶ ALOÍSIO, C. H. & NICHOLSON, J. K. **Recovery of infectious HIV** from cells treated with 1% paraformaldehyde. *J Immunol Meth* 128(2) 281-285, 1990.
- ▶ ARANDA, Agnaldo; VIZA, D. & BUSNEL, R. G. **Chemical inactivation of human immunodeficiency vírus** *in vitro*. *J Virol Meth* 37: 71-82, 1992.
- ▶ BALL, J.; DESSELBERGER, U. & WHITWELL, H. **Long-lasting viability of HIV after patient’s death**. *Lancet* 338: 63, 1991.
- ▶ BECKER, C. E.; CONE, J. E. & GERBERDING, J. **Occupational infection with HIC**. Risks and risk reduction. *Ann Int Medicine* 110(8) 653-656, 1989.
- ▶ CAO, Y.; NGAI, H.; GU, G. & HO, D. D. **Decay of HIV-1 infectivity in whole blood, plasma and peripheral mononuclear cells**. *AIDS* 7(4) 596-597 (1993).
- ▶ CDC. **HIV / AIDS Surveillance Report**. October 1992:14.
- ▶ _____. **Public Health Service guidelines for counselling and antibody testing to prevent HIV infections and AIDS**. *MMWR* 36, 509 (1987).
- ▶ _____. **Public Health Service statement on management of occupational exposure to HIV**, including considerations regarding Zidovudine postexposure use. *MMWR* 39, No. RR-1.
- ▶ _____. **Recommendations for prevention of HIV transmission in health care settings**. *MMWR* 36 (suppl 2) 1S-18S, 1987.
- ▶ _____. **Revision of the CDC surveillance case definition for AIDS**. *MMWR* (suppl 1) 1S, 1987.
- ▶ CDC-NIH. **Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories**. HHS Publication No (CDC) 93-8395, 1993.
- ▶ FAVERO, M. S. **Sterilization, Disinfection, and Antisepsis in the Hospital**. In: *Manual of Clinical Microbiology* 1991.
- ▶ KAWANA, R.; KITAMURA, T.; NAKAGOMI, O.; MATSUMOTO, I.; ARITA, M.; YOSHIHARA, N.; YANAGI, K.; YAMADA, A.; MORITA, O.; YOSHIDA, Y.; FURUYA, Y. & CHIBA, S. **Inactivation of human viruses by povidine-iodine in comparison with other antiseptics**. *Dermatol* 195(S2): 29-35. 1997.
- ▶ KENNEDY, M. E. **Laboratory Biosafety Guidelines**. Laboratpry Centre for Disease Control, Health Protection Branch, Health Canada, 2nd Edition, 1996.
- ▶ LOCARDI, C.; PUDDU, P.; FERRANTINI, M.; PARLANTI, E.; SESTILI, P.; VARANO, F. & BELARDELLI, F. **Persistent infection of normal mice with HIV**. *J Virol* 66(3) 1649-1654, 1992.

- ▶ MARTIN, L. S.; LOSKOSKI, S. L. & MCDUGAL, J. S. **Inactivation of HTLV-III/LAV associated virus by formaldehyde-based reagents.** Appl. Environm 53: 708. 1987.
- ▶ MCCRAY, E. **Occupational risk of the AIDS among health care workers.** NEJM 314: 1127-1132. 1986.
- ▶ MOUDGIL, T. & DAAR, E. S. **Infectious decay of HIV-1 in plasma.** J Inf Dis 167: 210-212 (1993).
- ▶ RESNICK, L.; VEREN, K.; SALAHUDDIN, S. Z.; TONDREAU, S. & MARKHAM, P. D. **Stability and inactivation of HTLV-III/LAV under clinical and laboratory environments.** JAMA 255: 1887-1891 (1986).
- ▶ RUTALA, W.A. **APIC guideline for selection and use of disinfectants.** Am J Infection Control 18: 99. 1990.
- ▶ SAKSENA, N. A.; DWYER, D. & BARRÉ, Sinoussi, F. **A "sentinel" technique for monitoring viral aerosol contamination.** J Inf Dis 164: 1021-1022. 1991.
- ▶ SCHOCHETMAN & GEORGE. **AIDS testing: methodology and management issues.** Springer Verlag, NY, 1991.
- ▶ SHAPSHAK, P.; MCCOY, C. B.; RIVERS, J. E.; CHITWOOD, D. D.; MASH, D. C.; WEATRHERBY, N. L.; INCIARDI, J. A.; SHAH, S.M. & BROWN, B. S. **Inactivation of HIV-1 at short time intervals using undiluted bleach.** J AIDS 6(2) 218-219, 1993.
- ▶ SPIRE, B. D.; DORMONT, F. & BARRE, Sinoussi. **Inactivation of Lymphadenopathy associated virus by heat, gamma rays and ultraviolet light.** Lancet i: 188-189. 1985.
- ▶ SPIRE, B. D.; NUGEYRE, M. T.; DORMONT, D.; CHERMAN, J. C. & BARRÉ, Sinoussi. **Inactivation du "Lymphadenopathy AIDS Virus" (LAV).** Med Hyg 43, 1614-1621. 1985.
- ▶ US Dept Labor, Occupational Safety and Health Administration. **Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens, Final Rule.** Fed Register 56, 64175. 1991.
- ▶ US Environment Protection Agency. **EPA guide for infectious waste management.** Washington DC: US Environmental Protection Agency, Publ No. EPA/530-5W-86-014.

17. Modelo de Manual para Laboratório de Biossegurança

Maria do Socorro Colen

17.1. Objetivo

Estabelecer procedimentos para a condução de todas as tarefas, de tal maneira que se reduzam ao mínimo possível os riscos e, conseqüentemente, os acidentes de qualquer tipo ou contaminação biológica.

Para atingir esse objetivo é necessário, o apoio e cooperação de todos os colaboradores, sem distinção de nível hierárquico, na observância e cumprimento das Normas e Recomendações de Segurança.

A SEGURANÇA FAZ PARTE DO SEU TRABALHO.

17.2. Campo de Aplicação

Este documento é usado por todos os setores do Laboratório.

17.3. Responsabilidades

▶ Auxiliar de Laboratório Técnico de Laboratório

- Responsável pela sua segurança e de seu ambiente de trabalho, bem como pelo aviso ao Farmacêutico-bioquímico ou membro da CIPA sobre condições e atos inseguros.

▶ Farmacêutico-bioquímico ou responsável pelo setor

- Responsável pelas condições e melhorias do ambiente de trabalho para execução dos exames, com segurança.
- Responsável pela verificação sobre o provimento de equipamentos de segurança aos colaboradores sob seu comando, apropriados a cada serviço, fazendo com que usem esses meios de proteção.

▶ Demais colaboradores

- Responsáveis pela própria segurança e do ambiente de trabalho, bem como pelo aviso ao membro da CIPA sobre condições e atos inseguros.
 - Responsáveis pelo cumprimento das regras de segurança estabelecidas neste Manual e pelo uso de EPI, EPC.
-

▶ **Diretor**

- Responsável geral das condições, melhorias do ambiente de trabalho e adequação da segurança às legislações locais.
- Responsável pela definição e promoção dos procedimentos, garantindo a segurança à saúde e bem-estar dos colaboradores.
- U.G.Q. é responsável pela realização de auditorias em todos os setores para verificar o cumprimento dos conceitos aqui expostos.

17.4. Definições

- ▶ **EPI** - Equipamento de Proteção Individual. É todo dispositivo de uso pessoal destinado a proteger os colaboradores no desempenho das suas funções. Este equipamento é fornecido pela empresa, de acordo com o trabalho que é efetuado, e seu fornecimento é gratuito. Se houver destruição ou perda, o colaborador ressarcirá o prejuízo.
- ▶ **EPC** - Equipamento de Proteção Coletiva.
- ▶ **NR** - Norma Regulamentadora.
- ▶ **CIPA** - Comissão Interna de Prevenção de Doenças e Acidentes do Trabalho.
- ▶ **HEPA** - High Efficiency Particulate Air.
- ▶ **U.G.Q.** - Unidade de Garantia da Qualidade.

17.5. Desenvolvimento

17.5.1. Procedimento

Todos os colaboradores devem:

- ▶ efetuar o seu trabalho de maneira segura e cuidadosa para salvaguardar vidas, prevenindo acidentes;
- ▶ usar pipetadores, nunca pipetar com a boca e nunca passar etiqueta ou outros materiais na boca;
- ▶ manter o laboratório limpo, organizado e livre de materiais que não são usados durante o trabalho;
- ▶ nunca comer, beber, ou guardar alimentos nos refrigeradores da área técnica; não fumar na área técnica;
- ▶ usar luvas, aventais, óculos protetores, água, detergente e sacos especiais ou grânulos absorventes para desinfetar as superfícies quando ocorrer um derramamento de material potencialmente perigoso;
- ▶ lavar as mãos com água e sabão após cada manuseio de reagentes ou materiais que entrar em contato com o corpo, bem como ao saírem do laboratório;

- ▶ tirar as dúvidas antes da execução de suas tarefas; seguir os conselhos dos colaboradores mais experientes, prevenindo assim um acidente resultante da inexperiência; e ter a atenção voltada para a tarefa que está sendo executada; ainda que todas as regras e regulamentos sejam seguidos, a desatenção pode ser a causa de vários acidentes;
 - ▶ procurar a posição mais correta, ao levantar peso; usar os músculos da perna e não a coluna como alavanca; evitar brincadeiras de qualquer tipo durante a jornada de trabalho;
 - ▶ usar sempre os protetores de bancada no momento de realizar os exames para proteger as bancadas de contaminações;
 - ▶ discutir com o supervisor ou representante da CIPA ao julgar necessário efetuar qualquer modificação em seu setor, a fim de melhorar a segurança dos equipamentos ou do pessoal;
 - ▶ usar óculos, protetores faciais, máscaras (produtos químicos voláteis) ou outra forma de proteção da face e olhos em trabalhos que apresentem perigo para rosto e olhos. Por exemplo, manuseio de vidros contendo produtos químicos e amostras (de fezes, urina, sangue, plasma ou soro): trate-as como contaminadas; só temos 2 olhos, e eles são insubstituíveis;
 - ▶ quando trabalhar em lugares elevados e que outros colaboradores estiverem trabalhando em nível inferior, notificar a sua presença usando placas de advertência;
 - ▶ escolher cuidadosamente as escadas móveis, de acordo com o serviço a ser executado. Deve encostá-la firmemente, com as bases seguras e em boas condições de uso;
 - ▶ nunca descer as escadas verticais aos pulos ou correndo, usando sempre os corrimões; evitar carregar materiais pesados, usando cordas para içar a peça;
 - ▶ depositar o lixo e materiais usados nos recipientes existentes para esse fim;
 - ▶ usar o uniforme do Laboratório, sapatos, nunca sandálias ou chinelos;
 - ▶ submeter-se aos exames médicos periódicos;
 - ▶ aderir à política sanitária, seguir o procedimento sobre hepatite B e C e HIV, exposto neste Manual e reciclar o treinamento em segurança, principalmente em prevenção de incêndios e Primeiros-socorros; quando for previsto no Plano de Treinamento, a ausência será considerada falta grave;
 - ▶ tomar conhecimento de:
 - nomes e telefones de emergência do quadro de avisos;
 - caixa de primeiros-socorros (ataduras, pomadas para queimaduras e compressas oculares), colocando no local após o uso;
 - locais dos lava-olhos e chuveiros de segurança;
 - local da água e soro fisiológico esterilizado;
 - como fazer a descontaminação antes da manutenção de equipamentos automáticos, pois existe pequeno risco de transmissão do HIV e outras infecções;
 - incompatibilidades dos produtos químicos, nunca os misturando; por exemplo, hipoclorito de sódio (4% em água), no frasco de dejetos, ao misturar com diluentes, reagem produzindo cloro (gás), que inativa o desinfetante, tornando-o inútil (ver ANEXO III);
-

- ▶ abrir portas, utilizar bebedouros e atender ao telefone sem luvas; ao sair do local de trabalho, devem retirar as luvas e jaleco;
- ▶ substituir as vidrarias quando estiverem quebradas; manter materiais infectados fechados quando não estiverem em uso; desinfetar as bancadas (área técnica) e centrifugas com hipoclorito de sódio a 2% ao final da jornada de trabalho;
- ▶ evitar: produzir aerossol desnecessário por agitação violenta, destampar a centrífuga ainda em movimento, abrir vasilhames com pressão interna maior que a externa;
- ▶ cobrir cortes e abrasões de pele, principalmente das mãos, antes de manusear qualquer espécime do laboratório;
- ▶ nunca colocar objetos de qualquer espécime sobre os equipamentos, a fim de evitar danos;
- ▶ evitar perfurações em si e nos colegas com agulhas ou outros objetos pontiagudos, principalmente aqueles sujos com sangue;
- ▶ somente permitir a entrada, nas áreas de serviço do laboratório, a pessoas devidamente avisadas sobre os eventuais perigos e proibir crianças de terem acesso as áreas técnicas e ao laboratório;
- ▶ controlar os roedores;
- ▶ usar as luvas adequadas ao trabalho em todas as atividades que possam resultar em contato acidental direto com sangue e materiais infecciosos. Após o uso, as luvas devem ser removidas em condições assépticas e autoclavadas, juntamente com outro lixo de laboratório, antes de serem descartadas. Qualquer derramamento de material, bem como acidente, exposição efetiva ou possíveis materiais infecciosos, devem ser levados imediatamente ao conhecimento do Supervisor do Setor. Registre e arquive o registro dos acidentes e incidentes;
- ▶ manter fechadas as portas do laboratório durante o trabalho;
- ▶ praticar frequentemente os 5 "S" (descarte, organização, limpeza, higiene e ordem mantida) no laboratório de realizar auditorias para avaliação desta prática.

Instalações do Laboratório

As condições ambientais são controladas para não haver interferência no desempenho das atividades e confiabilidade analítica.

- ▶ PISO
 - Limpe o piso constantemente. Ele deve ser anti-derrapante, impermeável, resistente a produtos químicos e de fácil limpeza.
- ▶ ILUMINAÇÃO
 - Evite os reflexos, indesejáveis e luz ofuscante.
- ▶ VENTILAÇÃO
 - Os condicionadores de ar e capelas removem vapores e odores; limpe os filtros constantemente.

▶ LOCAL DE ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

- Cada setor é responsável pelo armazenamento dos reagentes por ele usado, seguindo o (ver ANEXO III).
- Os produtos químicos são rotulados e verificados os seus prazos de validade no recebimento, uso e controle de estoque.

▶ REFEITÓRIO PARA COLABORADORES

- Situa-se fora da área técnica de trabalho.

▶ EXTINTORES

- Os locais destinados aos extintores devem possuir etiquetas demonstrando o tipo de extintor.
- O piso abaixo do extintor tem uma faixa vermelha e amarela cobrindo uma área de 0,8m x 0,8m, a qual deve estar desobstruída.
- O extintor é instalado a uma altura máxima de 1,60m acima do piso.
- Nunca coloque extintores em paredes de escada ou encoberto por materiais.
- O histórico dos extintores deve ser registrado. Nunca use extintores de água para combater fogo em equipamento e instalações elétricas.
- O sistema antiincêndio é de alarme sonoro existindo detetores em todos os setores.

▶ SEGURANÇA

- Cada tomada de eletricidade é usada para apenas um equipamento.
- Cada andar do prédio referente à área técnica possui pia para lavar as mãos, lava-olhos e chuveiro de segurança.
- As bancadas de trabalho foram confeccionadas com materiais lisos, resistentes, impermeáveis, laváveis e de fácil higienização.
- O sistema de comunicação interna abrange todos os setores. É composto de sistema sonoro e ramais telefônicos (esquema telefônico com as informações do setor-ramais-observações que o setor administrativo distribui para todos os setores).
- Os colaboradores do setor de bacteriologia não podem transitar pelo laboratório com o mesmo jaleco.
- Os materiais biológicos devem ser transportados dentro de vasilhames com tampa.

Evitar contaminações com infecções

▶ PARA BRUCELOSE, FEBRE TIFÓIDE, TRUILLAREMIA, TUBERCULOSE, ENCEFALITE EQUINA VENEZUELANA:

- Verifique se o sistema de equipamento está fechado e a possibilidade de contaminação do local de trabalho por meio de gotículas, orifício passível de contaminação e descontaminação.
 - Colete o efluente em frasco contendo desinfetante ou lançado diretamente na rede de esgoto (≥ 25 cm dentro do cano) e lave com jato desinfetante.
 - A água do aparelho deve fluir com descarga.
-

► HEPATITE B E C, HIV, FEBRE HEMORRÁGICA, HELMINTOS E PROTOZOÁRIOS:

As precauções descritas a seguir servem para proteger a equipe do laboratório contra a infecção por germes transmitidos através do sangue. Por exemplo, os vírus da hepatite B e C, HIV, febre hemorrágica, helmintos e protozoários.

- Limite o acesso ao local de trabalho e identifique a área.
- Autoclave o material contaminado.
- Desinfete a bancada após o uso.
- Evite o uso de pipetas de vidro ou instrumentos pontiagudos. Se possível, substitua-os por plásticos.
- Use tubos vedados na centrifugação e desinfete-os.
- Sempre use luvas quando estiver manipulando material possivelmente contaminado.

Caso ocorra acidente percutâneo ou exposição de mucosa, o risco de contrair HIV é de 0,3% e de 0,09%, respectivamente. É possível que após um estudo mais detalhado dos acidentes perfuro-cortantes de acordo com a profundidade e carga viral inoculada, o risco de aquisição possa ser superior a 0,3%. O risco de aquisição após acidente com material perfuro-cortante, contendo sangue de paciente com o vírus da hepatite B, está estimado em 6 a 30%, se nenhuma medida profilática for adotada. A combinação de vacinas e gamaglobulina reduz em 90 a 95% os valores citados. O risco de aquisição do vírus da hepatite C após exposição percutânea é estimada de 3 a 10%.

- CUIDADOS LOCAIS: Lave a lesão com água corrente e soluções anti-sépticas como álcool a 70%, evite o uso de substâncias cáusticas como hipoclorito e não aperte o local ferido, pois aumenta a área lesada e, conseqüentemente, a exposição ao material infectante. Em caso de exposição de mucosa, use soro fisiológico.
- NOTIFICAÇÃO: A notificação deve ser feita imediatamente ao Setor Pessoal, idealmente nas primeiras 2 horas. O Setor Pessoal deve elaborar uma ficha de análise do acidente de trabalho em três vias: o original fica no Setor Pessoal para emissão do Comunicado de Acidente de Trabalho (CAT) a fim de documentar o acidente para efeitos legais, uma cópia para o médico de trabalho e outra para a CIPA.
- ORIENTAÇÃO: Quando não houver informação sobre o paciente fonte, realize a sorologia dele (AgHBs, anti HBc IgG, anti HCV e anti HIV) **imediatamente**.
- COLETA DE MATERIAL: Deve-se colher sangue do acidentado logo após o incidente para realizar a sorologia para AgHBs, anti HBc IgM, anti HIV e anti HCV.
- PROFILAXIA: Não há nada que se possa fazer com contaminação pelo vírus da hepatite C. Para a contaminação com o HIV, deve-se iniciar com as drogas antivirais o mais rápido possível (1 hora até 36 horas após a exposição), utilizando-se Zidovudine 200 mg três vezes por dia, Lamivudine 150 mg duas vezes por dia e Indinavir 800 mg três vezes por dia ou Ritonavir 600 mg duas vezes por dia durante 4 semanas. Colaboradores que já tenham tomado a vacina para hepatite B, não tem necessidade de nenhuma conduta após acidente com o vírus da hepatite B. Quem tomou uma dose da vacina, deve tomar outra dose logo após o acidente, juntamente com imunoglobulina (HBIG) e a última após 6 meses. Quem tomou 2 doses da vacina para hepatite B, deve tomar a última logo após o acidente, juntamente com imunoglobulina (HBIG).
- SEGUIMENTO CLÍNICO-LABORATORIAL: Durante um ano, deve-se obrigatoriamente usar preservativos em relações sexuais, evitar amamentação e nunca doar sangue. Deve-se colher sangue com 6 semanas, 90, 180 dias e um ano, buscando possível soroconversão para hepatite B e C e HIV.

- CONDUTA APÓS ACIDENTE: Os acidentes devem ser discutidos nas reuniões periódicas da CIPA, quando devem ser analisadas e sugeridas cuidados e medidas de proteção.
- ▶ COLETA, ROTULAGEM E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS:
 - Todas as etapas requerem o uso de luvas.
 - A coleta do sangue é realizada por funcionários treinados.
 - Os tubos contendo as amostras conhecidamente infecciosas e a ficha de requisição de exames devem ser assinalados, indicando perigo de infecção.
 - Para transporte até o local de realização do exame, os colaboradores da Recepção e o motorista não estão autorizados a abrir esses sacos.
- ▶ ABERTURA DOS TUBOS CONTENDO AS AMOSTRAS E MANUSEIO DO CONTEÚDO:
 - Use luvas sempre.
 - Pegue a tampa com um pedaço de papel para evitar que o material se espalhe.
- ▶ ROUPAS PROTETORAS
 - Use guarda-pó, luvas e óculos de segurança.
- ▶ ESFREGAÇÃO DE SANGUE
 - Manuseie as lâminas com esfregaços de sangue usando luvas.
 - Os esfregaços de gota espessa, secos ao ar e oriundos de pacientes com febre hemorrágica provocada por vírus são imersas em solução tampão de formol durante 15 minutos.
 - Coloque os esfregaços finos por 30 minutos em metanol.
 - Para preparar a solução tampão de formol, pese 22,75g de fosfato diácido de sódio mono-hidratado ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 2,5g de fosfato monoácido de sódio anidro (Na_2HPO_4) e dissolva em 4.500ml de água. Homogeneize a solução. Pese 380g desta solução e dissolva em 1 litro de formol.

Riscos Químicos

- ▶ SUBSTÂNCIAS CARCINOGÊNICAS
 - Ortotoluidina, benzina, benzeno, formaldeído (fixador e preservativo), ácido clorídrico ou formaldeído = éter, biclorometil, hipoclorito com formaldeído.
 - ▶ SUBSTÂNCIAS EXPLOSIVAS
 - Ácido perclórico, ácido pícrico, azida sódica.
 - ▶ SOLVENTES
 - Álcool, acetona, éter, xilol, toluol. Não descarte na rede de esgotos, sem tratamento prévio.
 - ▶ ÁCIDOS / CORROSIVOS
 - HCl (ácido clorídrico), HNO_3 (ácido nítrico), H_2SO_4 (ácido sulfúrico), CH_3COOH (ácido acético), tricloroacético, NaOH (hidróxido de sódio), KOH (hidróxido de potássio).
 - ▶ REAGENTES RADIOATIVOS E MATERIAIS CONTAMINADOS

São tratados conforme indicado na CNEN-NE-6.05 (Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas - Resolução CNEN 19/95).

 - Nos resíduos químicos líquidos, gerados nas reações, são adicionados Hipoclorito de sódio ao "frasco esgoto" para evitar a contaminação biológica e posteriormente neutralizado para descarte na pia.
-

- Os resíduos sólidos gerados na bacteriologia são autoclavados e colocados em saco plástico identificado “lixo hospitalar”.

Equipamentos de laboratório

Devem prevenir ou limitar o contato entre o operador e o material infeccioso. Devem ser de materiais impermeáveis a líquidos e resistentes à corrosão. Não devem apresentar ruído, arestas cortantes ou partes móveis desprotegidas. A instalação deve obedecer às instruções do fabricante.

Os equipamentos de segurança recomendados para Biossegurança estão descritos no “ANEXO II”.

Procure, quando necessário, os membros da CIPA para avaliar a parte de segurança dos equipamentos.

Vigilância médica e de saúde

Os objetivos do Laboratório referente à Vigilância Médica e de Saúde dos colaboradores devem ser:

- ▶ prevenir o aparecimento de doenças profissionais em colaboradores saudáveis, excluindo os colaboradores altamente suscetíveis e examinando os demais colaboradores.
- ▶ aplicar a vacinação ativa ou passiva, sempre que houver indicação. (exemplo: Todo colaborador da área técnica deve ser vacinado para Hepatite B, se apresentar o exame anti HBs negativo na admissão).

Treinamento

Uma equipe consciente dos problemas referentes à segurança e treinada, perfeitamente informada sobre a identificação e o controle de riscos existentes no laboratório constitui o elemento chave na prevenção dos acidentes e das infecções.

Desinfecção e descarte do material

A desinfecção e descarte de material estão intimamente ligados. Todos os materiais acabam sendo descartados, mas, diariamente, somente alguns deles exigem remoção direta do laboratório, ou mesmo destruição. Vidrarias, instrumentos e vestuário são reciclados.

Os materiais separados para desinfecção ou descarte devem ser embalados, por exemplo, em sacos plásticos para autoclave.

A desinfecção das bancadas e materiais são feitos com hipoclorito de sódio a 2%.

O cloro é um desinfetante universal e eficaz contra todos os microorganismos. É um oxidante poderoso, com ação corrosiva sobre os metais. As soluções de hipoclorito de sódio perdem seu efeito progressivamente, por isso é necessário fazer a diluição diariamente.

É recomendados o uso de luvas, avental e proteção para os olhos todas as vezes que os desinfetantes concentrados forem diluídos (ver ANEXO II).

As pipetas de vidro usadas para obtenção do soro sanguíneo devem permanecer completamente imersas em solução de hipoclorito ou outro desinfetante durante uma noite.

Boas técnicas em microbiologia

A proposta é resumir os métodos técnicos capazes de reduzir ou evitar os acidentes freqüentes por falta de conhecimento.

- ▶ MANUSEIO SEGURO DE AMOSTRAS DE LABORATÓRIO
 - Se a coleta, o transporte interno e o recebimento das amostras no laboratório forem realizados de forma incorreta, haverá riscos de infecção aos colaboradores.
 - ▶ ABERTURA DAS EMBALAGENS
 - Os colaboradores que recebem e desembulham as amostras devem estar conscientes dos possíveis riscos para a saúde, devendo chamar o supervisor todas as vezes que lidarem com recipientes quebrados ou com vazamentos.
 - ▶ EVITAR A DISPERSÃO DE MICROORGANISMOS INFECCIOSOS
 - Alça de transferência para uso em microbiologia deve formar um círculo completamente fechado e o comprimento do cabo não deve ultrapassar 6 cm.
 - As amostras descartadas e as culturas a serem eliminadas são colocadas em recipientes à prova de vazamento, isto é, em sacos para material descartável, guardadas em recipiente adequado.
 - Desinfete as bancadas no final do expediente com álcool e hipoclorito de sódio a 2%.
 - ▶ CENTRÍFUGA
 - O perfeito desempenho mecânico é indispensável para a segurança microbiológica no trabalho com a centrífuga de laboratório.
 - A centrífuga precisa ser operada de acordo com as instruções do fabricante.
 - Montá-la em nível tal que os funcionários de estatura inferior à média possam ver o seu interior, a fim de poderem colocar corretamente os pinos e os porta-tubos.
 - Os rotores e os porta-tubos devem ser inspecionados diariamente para detectar precocemente quaisquer sinais de corrosão ou a presença de fendas delicadas.
 - Os porta-tubos e os pinos devem ser de pesos correspondentes; devem ser corretamente equilibrados, com os tubos de ensaio colocados no seu lugar.
 - Depois de usados, os porta-tubos são guardados em posição invertida para drenagem do líquido usado para equilibrá-los.
 - O emprego de boa técnica de centrifugação, de tubos de ensaio bem fechados e de porta-tubos com vedação perfeita "corpos de segurança", são elementos que oferecem proteção adequada contra os aerossóis infecciosos e contra a dispersão de partículas contendo microorganismos.
-

▶ **MANUTENÇÃO E USO DE REFRIGERADORES E CONGELADORES**

- Os refrigeradores, congeladores e recipientes para gelo seco devem ser limpos e descongelados periodicamente, retirando-se as ampolas, os tubos etc. que tiverem quebrado durante o armazenamento. Convém usar equipamento de proteção para o rosto, assim como luvas de borracha anti-derrapante. Após a limpeza, recomenda-se desinfetar as paredes internas da câmara.
- Todos os recipientes guardados em refrigerador devem estar rotulados claramente, indicando o nome científico do conteúdo, a data do armazenamento e a data da validade.
- As soluções inflamáveis não devem ser guardadas em refrigerador, a não ser que este seja à prova de explosão. Na porta do refrigerador deve constar um aviso "*inflamável*".

▶ **ABERTURA E ARMAZENAMENTO DE AMPOLAS QUE CONTÊM MATERIAL INFECCIOSO LIOFILIZADO**

Recomenda-se: cuidado ao abrir as ampolas de conteúdo congelado, visto que o mesmo pode estar sob pressão reduzida, de modo que a entrada súbita de ar é capaz de dispersar parte do conteúdo na atmosfera.

A seguinte técnica pode ser recomendada na abertura das ampolas:

- Desinfete primeiro o lado externo da ampola.
- Marque com a lima uma linha próxima ao terço médio da rolha de algodão ou celulose.
- Segure a ampola com um chumaço de algodão, a fim de proteger suas mãos.
- Para estourar o vidro, aplique um bastão de vidro quente (a ponto de ficar vermelho) sobre a marca feita com a lima.
- Retire delicadamente a porção superior da ampola, tratando-a como material contaminado.
- Retire a rolha com pinça esterilizada, caso ela ainda se encontre acima do conteúdo da ampola.
- Para evitar a formação de espuma, adicione lentamente líquido para ressuspender o conteúdo.

As ampolas que contêm material infeccioso nunca devem ser imersas em nitrogênio líquido, visto que podem quebrar ou explodir quando apresentam trincas ou quando não estão perfeitamente vedadas. Havendo necessidade de guardá-las em temperaturas muito baixas, as ampolas ficarão apenas em fase gasosa, acima do nitrogênio líquido. De resto, convém guardar o material infeccioso em câmaras de congelamento ou sobre dióxido de carbono sólido (gelo seco).

A retirada das ampolas do depósito de refrigeração exige o uso de proteção para mãos e olhos.

A face externa das ampolas, assim guardadas, precisa ser desinfetada quando são retiradas do depósito refrigerado.

▶ **PRECAUÇÕES ESPECIAIS COM O SANGUE E OUTROS LÍQUIDOS ORGÂNICOS**

As precauções descritas servem para proteger a equipe do laboratório contra a infecção por germes transmitidos através do sangue, como é o caso do vírus da hepatite B e C, do HIV, da febre hemorrágica e de diversos helmintos.

Transporte seguro de amostras e materiais infecciosos

- ▶ Todas as pessoas envolvidas com o transporte, por exemplo, o Auxiliar de Laboratório e o supervisor do setor, correios e companhias de aviação, devem estar preocupadas com a segurança das amostras.
- ▶ É proibida a remessa de substâncias infecciosas não identificáveis ou não rotuladas, podendo acarretar perigo aos empregados do serviço de transporte. Entretanto, o perigo é bem maior para os funcionários dos laboratórios que recebem a remessa, pois os pacotes são frequentemente abertos por funcionários da secretaria da receita federal ou por pessoas que não possuem o devido preparo. O perigo aumenta quando a embalagem é mal feita, pois um recipiente quebrado pode contaminar o ambiente e provocar a infecção do pessoal.
- ▶ O transporte de substâncias infecciosas, como bagagem de mão é rigorosamente proibido pelas companhias aéreas internacionais, bem como o transporte dentro de bagagem diplomática.
- ▶ As substâncias infecciosas são aquelas que contêm microorganismos viáveis, tais como bactérias, vírus, parasitas, fungos ou um microorganismo recombinante, híbrido ou mutante, que tem probabilidade razoável e capaz de provocar doença no ser humano, com exceção das toxinas, que não contêm substâncias infecciosas.
- ▶ As amostras são substâncias de origem humana ou animal que incluem excrementos, secreções, sangue e seus derivados, tecidos e líquidos orgânicos, e que são enviados para fins de diagnósticos. Elas excluem os animais infectados vivos.
- ▶ Produtos biológicos são:
 - produtos acabados destinados a serem usados em medicina ou em veterinária, tendo sido produzidos de acordo com as exigências estabelecidas pelas autoridades nacionais de saúde pública e remetidas com aprovação ou licença especial por parte dessas autoridades, ou;
 - produtos para tratamento de animais, em caráter experimental, cuja fabricação obedeceu às normas estabelecidas pelas autoridades nacionais de saúde pública.

Esta definição abrange também os produtos biológicos semi-prontos que foram preparados de acordo com a técnica prescrita pelas instituições especializadas do governo. As vacinas vivas de origem animal e humana são classificadas como produtos biológicos, não se tratam de substâncias infecciosas.

As substâncias infecciosas e as amostras para fins diagnósticos que provavelmente contêm tais substâncias exigem embalagem tríplice.

- ▶ Documentação referente à embalagem:
 - As substâncias infecciosas e o material orgânico para diagnóstico são embalados em 3 camadas:
 - um recipiente impermeável à água, que se encontra a amostra;
 - um segundo recipiente impermeável, contendo quantidade suficiente de material absorvente entre suas paredes e o recipiente interno, para garantir a absorção de todo o líquido da amostra, em caso de vazamento;
 - uma embalagem externa para proteger a segunda embalagem contra fatores externos, tais como o impacto físico e a água durante o transporte.
 - Coloque cópia do documento com as informações que definem ou descreva a amostra, colada à parede externa do segundo recipiente.

Remessa das amostras

Para garantir a segurança da remessa, tempo hábil e em boas condições são necessários: uma perfeita coordenação entre remetente, transportadora e laboratório de destino.

O remetente deve:

- ▶ estabelecer um prévio entendimento (telefone ou fax) com a empresa de transporte e o destinatário para garantir que as amostras sejam recebidas e examinadas;
- ▶ providenciar a via de transporte.
- ▶ não despachar as amostras enquanto não houver um perfeito entendimento entre o remetente, transportadora e destinatário.

Acidentes durante o transporte

Sempre que houver danos na remessa contendo substâncias infecciosas durante o transporte ou quando ela apresentar vazamento ou outra avaria, a empresa de transporte deve contatar as autoridades de saúde pública. Paralelamente, adote os seguintes procedimentos:

- ▶ Proteja a embalagem e coloque-a dentro de saco plástico;
- ▶ Transfira o saco plástico que foi improvisado para proteger as mãos para o mesmo saco em que foi colocada a embalagem;
- ▶ Feche hermeticamente o saco plástico com os materiais quebrados e contaminados e guarde em lugar seguro.
- ▶ Desinfete a área contaminada, caso haja vazamento.

Esterilização

O uso de vapor úmido sob pressão é o método mais eficaz para esterilizar os materiais de laboratório.

A autoclave do tipo panela de pressão, é aquecida por eletricidade. A carga é introduzida por cima. O vapor é produzido pelo aquecimento da água contida na base do vaso. O ar desloca-se para cima através de uma válvula de escape. Após a saída de todo o ar, fecha-se a válvula de segurança e diminui-se a temperatura. Controla-se a temperatura através da pressão pré-determinada.

Como carregar a autoclave

Coloque os materiais esterilizáveis, com folga, dentro da câmara para permitir a livre circulação de vapor e retirada fácil do ar. Abra os sacos plásticos para que os vapores penetrem no seu conteúdo.

Cuidados com a autoclave

- ▶ Chame um técnico especializado para inspecionar a câmara e as vedações da porta.
- ▶ Faça manutenção preventiva com registros e controles.
- ▶ Não sobrecarregue a autoclave, pois parte da carga deixará de ser esterilizada.
- ▶ Mantenha a válvula principal de vapor fechada e abra somente quando a temperatura estiver abaixo de 80°C ou zero de pressão (kgf/cm²).
- ▶ Use sempre luvas e máscara com visor, ao abrir a autoclave.
- ▶ Treine as pessoas para manuseio da autoclave.
- ▶ Limpe o filtro de drenagem (fundo da câmara) diariamente.
- ▶ Verifique se a válvula de escape está desobstruída.

Perigos referentes aos equipamentos

Quadro 16.1 – Meios para eliminar ou diminuir perigo por tipo de equipamento

EQUIPAMENTOS	PERIGO	MEIOS PARA ELIMINAR OU DIMINUIR O PERIGO
Agulhas e Scalps	Inoculação acidental, formação de aerossol ou respingamento.	<p>Não recoloque a capa de proteção da agulha, utilize o desintegrador de agulhas e scalps.</p> <p>Para evitar que a agulha se separe da seringa, use uma seringa tipo <i>needle-locking</i> (que prende a agulha) ou recorra ao tipo descartável, onde a agulha constitui parte integrante da unidade da seringa.</p> <p>Aplique boa técnica de laboratório, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Encha a seringa cuidadosamente, de modo a reduzir a formação de bolhas de ar e de espuma. ▶ Não use a seringa para misturar líquidos infecciosos. Se o fizer, certifique-se de que a ponta da agulha se encontra sob a superfície do líquido contido no recipiente e evite usar força em excesso. ▶ Aplique em torno da agulha e na superfície da rolha uma mecha de algodão, embebida num desinfetante adequado, antes de retirar a agulha do interior de um frasco com rolha de borracha. <p>Remova o excesso de líquido e as bolhas de ar da seringa colocada verticalmente dentro de uma mecha de algodão embebida em desinfetante apropriado ou dentro de um pequeno frasco contendo algodão.</p>

(continua)

Quadro 16.1 – Meios para eliminar ou diminuir perigo por tipo de equipamento (continuação)

EQUIPAMENTOS	PERIGO	MEIOS PARA ELIMINAR OU DIMINUIR O PERIGO
Centrífuga	Aerossóis, derramamento ou quebra de tubos	Use porta-tubos com vedação (corpos de segurança)
Refrigerador para uso doméstico	Possui fontes de ignição (termostatos, interruptor de luz, elementos do aquecedor, etc.) capazes de incendiar os vapores formados por solventes inflamáveis guardados no interior do refrigerador	Avise a todos os colaboradores da área técnica para não guardar solventes inflamáveis dentro do refrigerador.
Banho-maria	Multiplicação de microorganismos . O nitreto de sódio forma compostos explosivos com certos metais	Limpeza e desinfecção regulares.

(conclusão)

Segurança em relação aos compostos químicos, fogo e eletricidade

As pessoas que trabalham em laboratórios de microbiologia estão expostas não apenas aos microorganismos patogênicos, mas também aos perigos de natureza química.

▶ ARMAZENAMENTO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS

Guardar no próprio laboratório para uso diário somente quantidades mínimas dos compostos químicos. Os estoques maiores precisam ser guardados em salas, com piso de concreto e soleiras junto às portas para reter o líquido eventualmente derramado. As substâncias inflamáveis devem ser guardadas separadamente, em prédio distante dos demais. Para evitar a ignição de vapores inflamáveis ou explosíveis pelas faíscas dos contatos elétricos, recomenda-se que os interruptores de luz sejam colocados na parede externa do prédio e que as lâmpadas tenham protetores.

Os compostos químicos não devem ser guardados por ordem alfabética para evitar que produtos químicos incompatíveis (ver "ANEXO III") se encontrem próximos um do outro e que os compostos perigosos sejam guardados nas prateleiras altas. Todos os frascos grandes, assim como aqueles que contêm ácidos ou bases, precisam ser armazenados ao nível do piso e dentro de bandejas para reter as gotas. É preciso ter à mão carrinhos para o transporte dos frascos e dispositivos em sifão para passar o conteúdo dos grandes recipientes para as garrafas. As escadas dobráveis são indispensáveis nos locais em que existem prateleiras altas.

▶ COMPOSTOS QUÍMICOS INCOMPATÍVEIS

Numerosos compostos químicos de uso freqüente em laboratório reagem de maneira perigosa quando entram em contato uns com os outros. O ANEXO III abrange alguns desses compostos.

▶ REGRA GERAL

As substâncias constantes da lista abaixo devem ser guardadas e manuseadas de maneira a evitar o contato acidental com as substâncias que constam da lista à direita.

- | | |
|---|--|
| ▪ Sódio, potássio, cálcio, cézio, lítio | ▪ Dióxido de carbono, hidrocarbonetos clorados, água |
| ▪ Halogênios | ▪ Amônia, acetileno, hidrocarbonetos |
| ▪ Ácido acético, sulfeto de hidrogênio, anilina, hidrocarbonetos, ácido sulfúrico | ▪ Substâncias oxidantes, p. ex., ácido crômico, ácido nítrico, peróxidos, permanganatos. |

▶ EFEITOS TÓXICOS DOS COMPOSTOS QUÍMICOS

Sabemos atualmente que certos compostos químicos exercem ação nociva sobre a saúde das pessoas que os manejam ou que inalam os seus vapores. Além dos venenos conhecidos, existem numerosos produtos químicos, com efeito, tóxico. O aparelho respiratório, o sangue, os pulmões, o fígado, os rins e o trato gastrointestinal, assim como outros órgão e tecidos, podem ser prejudicados ou sofrer lesões graves. Alguns compostos químicos são sabidamente carcinogênicos ou teratogênicos.

Os vapores de alguns solventes são tóxicos quando inspirados. Além dos efeitos mais sérios que acabamos de descrever, a exposição pode comprometer o organismo sem que apareçam efeitos imediatos sobre a saúde, mas o indivíduo pode vir a apresentar distúrbios da coordenação, sonolência ou sintomas semelhantes que o tornam mais propenso aos acidentes.

A exposição prolongada ou repetida à fase líquida de muitos solventes orgânicos é capaz de provocar lesões cutâneas. Essas podem ser devido à ação desengordurante, mas podem também surgir manifestações de natureza alérgica ou corrosiva.

O ANEXO V traz uma lista dos efeitos nocivos sobre a saúde, atribuídos a alguns dos compostos químicos mais usados no laboratório.

▶ COMPOSTOS QUÍMICOS EXPLOSIVOS

Os nitretos não devem entrar em contato com o cobre, por exemplo, no esgoto ou nos encanamentos. O nitreto de cobre explode violentamente ao menor impacto.

O *ácido perclórico*, quando deixado secar sobre madeira, alvenaria ou tecido, explode e se incendeia ao impacto.

O *ácido pícrico* e os *picratos* são detonados pelo calor e pelo impacto mecânico.

A azida de sódio pode reagir com chumbo e cobre formando compostos de azida metálica altamente explosivos. Descarte com bastante água.

▶ DERRAMAMENTO DE COMPOSTOS QUÍMICOS

A maioria dos produtores de compostos química para uso laboratorial costuma distribuir quadros que descrevem a maneira de lidar com os respingos e derramamentos dos diversos produtos químicos. Os quadros devem ser afixados em local apropriado. Os seguintes equipamentos devem estar disponíveis:

- trajes de proteção, tais como luvas de borracha grossa, pró-pés ou botas de borracha;
- pás para recolhimento do lixo;
- panos de esfregão e papel-toalha para o chão;
- baldes;
- soda cáustica ou bicarbonato de sódio para neutralização dos ácidos;
- areia;
- um detergente não inflamável.

O líquido derramado é neutralizado da seguinte maneira:

- ácidos e compostos químicos corrosivos: com soda cáustica ou com bicarbonato de sódio (recomenda-se diluir previamente, despejando-se cuidadosamente água em abundância).
- álcalis: cobrindo-os com areia seca.

As seguintes medidas devem ser adotadas sempre que ocorrer derramamento de um composto químico perigoso:

- Informe a CIPA e retire todo o pessoal não indispensável do local.
- Atenda as pessoas que podem ter se contaminado.
- Tratando-se de derramamento de substância inflamável, extinga todas as chamas abertas, desligue o gás na sala e nos recintos adjacentes e o equipamento elétrico capaz de produzir faíscas.
- Evite respirar o vapor do produto derramado.
- Ligue o ventilador do exaustor, desde que não haja perigo em fazê-lo.
- Providencie o equipamento necessário para limpar os locais contaminados pelo produto.

Em caso de derramamento maciço de algum produto químico, recomenda-se evacuar a sala e, se possível, abrir as janelas. Se a substância derramada for inflamável, extinga todas as chamas abertas na sala onde ocorreu o acidente; desligue o equipamento elétrico capaz de provocar faíscas.

▶ INCÊNDIO NO LABORATÓRIO

É indispensável que haja estreita colaboração entre os profissionais de segurança do Laboratório e os funcionários do serviço local de bombeiros. Além dos perigos decorrentes da presença de compostos químicos, é preciso considerar também os efeitos do fogo na possível disseminação do material infeccioso. Essas considerações determinam a eventual atitude de "burn out", isto é, determinam se é preferível extinguir o fogo ou apenas limitá-lo.

O treinamento da equipe nas medidas de prevenção do incêndio, nas primeiras medidas a serem adotadas em caso de fogo e no uso correto do equipamento para a sua extinção, é feito pelo Corpo de Bombeiros local.

Os alertas contra incêndio, as instruções pertinentes e os caminhos de saída precisam estar indicados em lugar visível em cada uma das salas, bem como nos corredores.

As causas mais frequentes dos incêndios que se observam no laboratório são as seguintes:

- sobrecarga da rede de eletricidade;
- falta de manutenção da rede elétrica;
- canos de gás e cabos de eletricidade demasiado compridos;
- equipamento que permanece ligado sem necessidade;
- chamas abertas;
- encanamento de gás defeituoso;
- uso indevido de fósforos;
- falta de cuidado ao lidar com substâncias inflamáveis;
- guarda de compostos químicos inflamáveis ou explosivos dentro do refrigerador comum.

O equipamento de combate ao incêndio precisa estar colocado na proximidade das partes dos recintos e em pontos estratégicos dos corredores (de acordo com os conselhos dos bombeiros locais). Esse equipamento deve constar de mangueiras, baldes (para água e areia), além dos seguintes extintores: água, dióxido de carbono. A vida útil desses extintores é indicada nas etiquetas coladas nos mesmos, bem como a inspeção e manutenção dos mesmos. O seu uso consta no quadro a seguir.

Quadro 16.2 - Tipos de extintores de incêndio e seu uso

TIPO	USAR EM	NÃO USAR EM
Água ^(a)	Papel, objetos de madeira	Incêndio causado por eletricidade, líquidos inflamáveis, metais em ignição
CO ₂ em pó ^(a)	Líquidos e gases inflamáveis, fogo de origem elétrica	Metais alcalinos, papel
Pó seco	Líquidos e gases inflamáveis, metais do grupo dos álcalis, fogo de origem elétrica	
Espuma	Líquidos inflamáveis	Fogo causado pela eletricidade

(a) Os extintores à base de água usam o CO₂ como propulsor. É preciso ter cuidado com os extintores à base de CO₂ em pó, visto que a força do seu jato é capaz de disseminar os materiais incendiados.

▶ **PERIGOS DA ELETRICIDADE**

O choque elétrico coloca a vida em risco. Os defeitos da rede de eletricidade podem provocar incêndio. Portanto, é indispensável que todas as instalações elétricas e o equipamento elétrico sejam inspecionados e examinados a intervalos regulares (com inclusão da ligação térrea) e que essa manutenção fique a cargo de um electricista qualificado. A equipe do laboratório não deve procurar consertar qualquer tipo de equipamento elétrico.

A voltagem da rede varia de um país para outro, mas, mesmo as voltagens mais baixas, podem acarretar perigo. É preciso ter sempre o cuidado de colocar os fusíveis certos entre o equipamento e a rede. O circuito elétrico do laboratório deve ter interruptores de circuito e interruptores para o caso de falhar a ligação térrea.

NOTA: Os interruptores de circuito não protegem as pessoas. Sua finalidade consiste em proteger os cabos de eletricidade contra o aquecimento excessivo e, portanto, em prevenir o incêndio. Os interruptores que desligam a corrente em caso de falha da ligação térrea têm a finalidade de proteger as pessoas contra o choque elétrico.

Todo equipamento elétrico do laboratório deve ter ligação térrea, de preferência mediante plugues de três pinos. A rede não ligada à terra pode transmitir a corrente elétrica em consequência de alguma falha despercebida.

Todo equipamento elétrico do laboratório deve ser de acordo com as normas nacionais de segurança para materiais elétricos e com aquelas da Comissão Internacional de Eletrotécnica.

A equipe do laboratório deve ter conhecimento dos seguintes perigos:

- superfícies úmidas ou molhadas perto do equipamento elétrico;
- cabos elétricos compridos e flexíveis;
- cabos com isolamento precário ou gasto;
- sobrecarga da rede, devido ao uso de adaptadores;
- equipamento capaz de produzir faíscas nas imediações de substâncias ou vapores inflamáveis;
- equipamento elétrico ligado sem ninguém para vigiá-lo;
- uso de extintor errado (água ou espuma em lugar de CO₂) no combate ao fogo causado pela eletricidade.

Regras de segurança para as equipes de apoio

A equipe de apoio deve estar devidamente preparada para executar o serviço com segurança.

O pessoal de manutenção e limpeza necessita conhecer os riscos e adotar procedimentos aprovados e trabalho supervisionado.

▶ SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

- A equipe do laboratório deve supervisionar o serviço de manutenção predial e dos equipamentos.
- Treinar o pessoal de manutenção nos procedimentos de segurança referente a sua área, bem como riscos de contaminação.

▶ SERVIÇOS DE LIMPEZA

- Deve haver um relacionamento seguro e de colaboração entre o pessoal do Laboratório e de limpeza. A equipe de limpeza não deve ser substituída sem aviso prévio e treinamento da nova equipe.
- O Laboratório deve praticar os "5S".
- A CIPA deve copiar as regras de segurança, distribuir entre a equipe e afixar em lugar visível.
- Trabalhe sempre com roupas de proteção, conforme recomendado pelo Laboratório.
- Lave as mãos com frequência, bem como antes de sair do Laboratório, para comer, beber ou fumar.
- Comer, beber, fumar e aplicar produtos cosméticos somente em lugares adequados para tal, nunca no setor técnico.
- Informe imediatamente ao Supervisor do Setor em caso de derramamento de produto, quebra de frascos ou tubos. Apanhe os estilhaços de vidro com pá de lixo e escova.

- Respeite as recomendações e placas de segurança.
- Descarte o lixo, conforme procedimento escrito.

Segurança nos escritórios

Todos os colaboradores devem:

- abrir as portas com cuidado;
- abrir uma gaveta de cada vez, para o arquivo não tombar; não deixá-las abertas, evitando atrapalhar as pessoas;
- usar sempre ventiladores com hélice protegida;
- manejar guilhotina de papel com atenção e perícia;
- desligar sempre os aparelhos elétricos ao transportá-los e após o expediente. Evitar que os fios dos aparelhos elétricos fiquem nas passagens;
- evitar recostar-se na cadeira, apoiando-se nos pés traseiros. Cuidado especial é preciso ter com as cadeiras de rodas;
- usar sempre cinzeiros para colocar cigarros e fósforos após o uso; nunca usar as cestas de lixo;
- ter cuidado e atenção ao enfiar as mãos nas gavetas, pois podem haver objetos pontiagudos e cortantes (facas, tesouras, etc.);
- conhecer a distribuição e funcionamento dos extintores de incêndios. Não hesitar em usá-los em casos de incêndios.

17.5.2. CIPA

Introdução

A CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Doenças e Acidentes do Trabalho mediante controle dos riscos presentes no ambiente, nas condições e organização do trabalho com a preservação da vida e promoção da saúde dos colaboradores, conforme descrito na NOBDIR010 e instituída pelo Decreto-lei nº 7036 de 10/11/1994 e regulamentada pela Portaria nº 3.214 de 08/06/1994, NR-5 (Norma Regulamentadora nº 5).

Segundo previsto na NR-5, anexos I e II, o Laboratório está classificado como Grupo III de risco e possui 21 a 50 empregados. Deve, portanto, possuir 1 colaborador representante do empregador e 1 eleito pelos colaboradores.

Composição

A CIPA é composta de representantes dos colaboradores em igual número aos do empregador, presidente, vice-presidente e secretária.

Os representantes dos colaboradores (cipistas) serão eleitos por voto secreto, sendo pessoas a quem os colegas demonstram confiança por se destacar pela capacidade de liderança, disciplina e interesse pela prevenção de acidentes.

Os representantes do empregador são designados por este e serão representados por: presidente (titular)

Os representantes dos colaboradores são eleitos por estes e serão representados por: vice-presidente

Na ausência do presidente, o vice-presidente assumirá a direção da CIPA.

O secretário é escolhido em comum acordo com o presidente e o vice-presidente

Mandato

O mandato dos membros da CIPA é de 1 ano, iniciando no mês de agosto e com vigência até a posse dos novos membros eleitos e designados.

É permitida uma reeleição dos membros.

Obrigações dos colaboradores

- ▶ Eleger os seus representantes na CIPA.
- ▶ Indicar a CIPA situações de risco e apresentar sugestões para melhoria das condições de segurança.
- ▶ Cumprir as normas de segurança contidas neste Manual e na NOBDIR010.

Atribuições da CIPA

A CIPA tem as seguintes atribuições, as quais devem ser desenvolvidas no sentido de colaborar com a segurança:

- ▶ Participar de estudos das causas circunstanciais e consequenciais dos acidentes.
- ▶ Propor e realizar inspeções nas instalações do Laboratório, verificando as situações de risco de acidentes e comunicando ao empregador.
- ▶ Comunicar ao responsável pelo setor para as providências necessárias à existência de risco imediato de acidente.
- ▶ Propor a realização de cursos e treinamentos que julgar necessário para melhorar o desempenho dos colaboradores sob o aspecto de segurança.
- ▶ Atuar, junto ao empregador, visando a proteção do colaborador, a continuidade do trabalho e o aumento de produtividade.
- ▶ Manter registro de ocorrência de acidentes de trabalho.
- ▶ Estudar as medidas de proteção contra incêndios, recomendando-as ao empregador.

Funcionamento da CIPA

A CIPA se reunirá mensalmente em dia, hora e local previamente determinados.

Este manual será instrumento de orientação do colaborador da CIPA.

A CIPA providenciará cópias das atas das reuniões para que sejam remetidas à Delegacia Regional do Trabalho, empregador e chefes de setores do Laboratório.

17.6. Controles

- ▶ Atas de reuniões da CIPA.
- ▶ Registro de Treinamento em Biossegurança e Segurança.

17.7. Considerações Gerais

Não aplicável.

17.8. Documentos de Referência

- ▶ BAHIA. Secretaria Estadual da Saúde. Serviço de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 2.101/90 - Normas de Vigilância Sanitária**. Outubro de 1990. pag. 47-52.
 - ▶ CNEN-NE-6.05. Resolução CNEN 19/ 95: **Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas**.
 - ▶ GRIST, N.R. **Manual de Biossegurança para Laboratório**. 2ª edição. Livraria Santos Editora: 1995.
 - ▶ LABORATÓRIO LEME. POPDIR003: **Treinamento de Colaboradores**.
 - ▶ _____. **Transporte de Materiais**.
 - ▶ _____. POPADM005: **Controle de Insetos e Roedores (Detetização)**.
 - ▶ _____. POPADM013 – **Manutenção dos Extintores**.
 - ▶ _____. POPCOL004 – **Coleta de Material Biológico no Laboratório Clínico**.
 - ▶ _____. POPSEP015: **Programa Médico de Saúde Ocupacional**.
 - ▶ _____. POPTEC001: **Descarte de Resíduos Sólidos e Líquidos do Laboratório**.
 - ▶ MERCK. **Tabela de Eliminação de Resíduos**.
 - ▶ NOBDIR010 – PPRA – **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**.
 - ▶ RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Saúde. **Resolução nº 1213/SES**. 21.08.1998.
 - ▶ SÃO PAULO. Governo do Estado. **Atualidades em DST/AIDS, Biossegurança**, ano I, número 1. junho de 1998.
-

17.9. Anexos

ANEXO I: Formulário: "Controle de Extintores"

Logotipo – modelo	CONTROLE DE EQUIPAMENTOS/ MATERIAIS DE SEGURANÇA
-------------------	---

MARCA	TIPO	EXTINTOR N°
-------	------	-------------

ATIVO FIXO	LOCAL	ABNT N°
------------	-------	---------

HISTÓRICO

DATA	RECEBIDO	INSPE- CIONADO	REPARO	INSTRUÇÃO	INCÊNDIO	CÓDIGO 1 REPARO
						01- Substituição de gatilho
						02- Substituição de difuso
						03- Mangote
						04- Válvula de segurança
						05- Válvula completa
						06- Válvula cilindro adicional
						07- Pintura
						08- Manômetro
						09- Teste hidrostático
						10- Recarregado
						11- Usado em incêndio
						12- Usado em instrução
						13- Diversos
CONTROLE DE EXTINTORES						

ANEXO II: Relação de EPI e EPC

EPI	
Protetores faciais (contra respingos)	Aventais (proteção para agentes químicos e biológicos)
Óculos de segurança (contra respingos)	Luvas próprias (alta temperatura) para estufas e autoclaves
Máscaras para agentes biológicos	Luvas de cano longo - lavagem de vidraria e materiais
Calçados apropriados (não: sandálias, chinelos e tamancos)	Luvas de látex (cirúrgicas)
Máscaras para agentes químicos	

EPC	
Capela de fluxo laminar (proteção para agentes biológicos, operador e o meio ambiente)	Água potável (fonte de doenças). Faça a desinfecção e os controles bacteriológicos e físico-químicos
Protetores de bancada (anteparos) para pipetagem ou manuseio de tampas	Ar condicionado como agente de contaminação (limpeza)
Pipetadores (nunca pipete com a boca)	Escadas com corrimão e anti derrapante
Chuveiro e lava-olhos de emergência	Aterramento - riscos elétricos
Capelas com exaustão (à prova de explosão) para agentes químicos	Sinalização de segurança
Armários de roupa	Autoclave
Equipamentos contra incêndio	Manômetros
Sistema de borrifar	Botijões de gás
Pia (não as use para depositar materiais)	Câmara de segurança biológica
Soluções desinfetantes	Manta de incêndio
Geladeiras e congeladores: manuseio cuidadoso e não coloque bebidas e alimentos nas geladeiras de uso do laboratório.	Alarme de incêndio

ANEXO III: Incompatibilidade de Produtos Químicos

Quadro 16.3 – Anexo III

PRODUTO QUÍMICO	INCOMPATIBILIDADE
▶ Acetileno	com cobre (encanamentos), halogênios, prata, mercúrio e os respectivos compostos.
▶ Acetona	com a mistura de ácido sulfúrico e ácido nítrico concentrados.
▶ Ácido acético	com ácido crômico, ácido nítrico, compostos hidroxilados, etilenoglicol, ácido perclórico, peróxidos e permanganatos.
▶ Ácido crômico	com ácido acético, naftalina, cânfora, álcool, glicerol, terebentina e outros líquidos inflamáveis
▶ Ácido nítrico	com ácido acético, ácido crômico e ácido cianídrico, anilina, carbono, sulfeto de hidrogênio, líquidos, gases e outras substâncias nitradas.
▶ Ácido oxálico	com prata e mercúrio
▶ Ácido perclórico	com anidrito acético, bismuto e suas ligas, álcool, papel, madeira e outras substâncias orgânicas.
▶ Ácido sulfúrico	com cloratos, percloratos, permanganatos e água.
▶ Amônia anidra	com mercúrio, halogênios, hipoclorito de cálcio e ácido fluorídrico.
▶ Anilina	com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio.
▶ Bromo	com amônia, acetileno, butadieno, butano, hidrogênio, carbeto de sódio, terebentina e metais finamente divididos.
▶ Carvão ativado	com hipoclorito de cálcio e com todos os oxidantes.
▶ Cianetos	com ácidos e álcalis.
▶ Cloratos	com sais de amônio, metais em pó, enxofre, carbono e compostos orgânicos ou combustíveis finamente divididos.
▶ Cloro	com amônia, acetileno, butadieno, benzina e outros derivados do petróleo, hidrogênio, carbeto de sódio, terebentina e metais finamente divididos.
▶ Cobre	com acetileno, nitretos e peróxido de hidrogênio.
▶ Dióxido de cloro	com amônia, metano, fosfina, sulfeto de hidrogênio.
▶ Hidrocarbonetos	<i>em geral:</i> com flúor, formol, ácido crômico e peróxido de sódio.
▶ Iodo	com acetileno e amônia.
▶ Líquidos inflamáveis	com nitrato de amônio, ácido crômico, peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio e halogênios.

(continua)

PRODUTO QUÍMICO	IMCOMPATIBILIDADE
▶ Mercúrio	com acetileno, ácido fulmínico, hidrogênio e amoníaco.
▶ Metais alcalinos, Hg, cálcio, sódio e potássio	com água, dióxido de carbono, tetracloreto de carbono e outros hidrocarbonetos clorados.
▶ Nitreto de sódio	com chumbo, cobre e outros metais. Este composto é freqüentemente usado como preservativo, mas, em contato com os metais, forma compostos instáveis e explosivos. Se for eliminado através do ralo da pia, os canos e as juntas podem explodir durante o trabalho do encanador.
▶ Nitrato de amônio	com ácidos, metais em pó, líquidos combustíveis, cloratos, nitratos, enxofre e compostos orgânicos ou combustíveis finamente divididos.
▶ Oxigênio	com óleos, graxas, hidrogênio e com líquidos, sólidos e gases inflamáveis.
▶ Pentóxido de fósforo	com água.
▶ Permanganato de potássio	com glicerol, etilenoglicol, benzaldeído e ácido sulfúrico.
▶ Peróxido de hidrogênio	com cromo, cobre, ferro, a maioria dos demais metais, líquidos inflamáveis e outros produtos combustíveis, anilina, nitrometano, acetona e substâncias orgânicas.
▶ Peróxido de sódio	com todas as substâncias oxidáveis, tais como metanol, ácido acético glacial, anidrido acético, benzaldeído de carbono, glicerol, etilacetato e furfural.
▶ Prata	com acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico e com os compostos do amônio.
▶ Sódio	com tetracloreto de carbono, dióxido de carbono e água.
▶ Sulfeto de hidrogênio	com ácido nítrico fumegante e outros gases oxidantes.
▶ Amoníaco (gás lab.)	com mercúrio, cloro, hipoclorito de cálcio, iodo, bromo, fluoreto de hidrogênio.

(conclusão)

ANEXO IV-a: Compostos Químicos e Seus Efeitos Sobre a Saúde

Quadro 16.4 – Anexo IV-a

AÇÕES IMEDIATAS	COMPOSTO QUÍMICO	EFEITOS DESCRITOS	
		AGUDOS	CRÔNICOS
1	Acetaldeído (aldeído acético; etanal)	irritação de olhos e via aéreas; anestesia geral (ação narcótica)	Bronquite (lesão hepática)
2	Acetona (dimetilacetona; 2-propanona)	Discreta irritação de olhos, nariz e garganta; anestesia geral	
3	Acetonitrila (metilacianeto)	Irritação das vias aéreas; intoxicação pelo cianureto	
4	Acroleína	Lacrimejamento; irritação das vias aéreas	
5	Amônia	Irritação dos olhos	Edema pulmonar
6	Anidrido acético (óxido acetílico; anidrido etanóico)	Intensa irritação de olhos e vias aéreas superiores; ação corrosiva	
7	Anilina (aminobenzeno; fenilamina)	Cianose devido à metemoglobinemia; discreta ação narcótica; paralisia do centro respiratório	
8	Benzeno	Anestesia geral	Leucemia; lesão hepatocelular; anemia aplástica
9	Brometo de cianogênio	Dores abdominais; náuseas; diarreia, embaçamento da visão	Edema pulmonar
10	Clorofórmio (Triclorometano)	os mesmos do tetracloreto de carbono)	
11	Dioxano	Anestesia geral	Lesão hepatorenal; efeito carcinogênico
12	Éter dietílico	Vômitos; irritação dos olhos	Cria dependência
13	Fenol	Dor abdominal; vômitos; diarreia, irritação cutânea; dor ocular; ação corrosiva	Distúrbios do sistema nervoso central; estado de coma
14	Formaldeído (formol)	Irritação das vias aéreas, pele e mucosas	Edema pulmonar

(continua)

Quadro 16.4 – Anexo IV-a (continuação)

AÇÕES IMEDIATAS	COMPOSTO QUÍMICO	EFEITOS DESCRITOS	
		AGUDOS	CRÔNICOS
15	Mercúrio	Vômitos; diarreia; cefaléia; náuseas; dores oculares	Distúrbios do sistema nervoso central; proliferação da gengiva; dentes soltos
16	Metanol (álcool metílico)	Anestesia geral; irritação das mucosas	Lesão da retina e do nervo óptico
17	Nitrobenzeno (nitrobenzol)	Cianose devido à metemoglobinemia; discreta ação narcótica	Anemia; hipotensão arterial; metemoglobinemia acompanhada de cianose; irritação da bexiga; lesão hepatocelular
18	Piridina	Lesões hepatorreais	Ação neurotóxica
19	Selênio	Queimação da pele; dores oculares; tosse	Distúrbios do sistema nervoso central; efeito teratogênico
20	Tálio	Dor abdominal; vômitos; náuseas; diarreia	Neuropatia; distúrbios visuais; fraqueza muscular; ataxia
21	Tetracloroeto de carbono (tetraclorometano)	Cefaléia; náuseas; icterícia discreta; anorexia; anestesia geral	Lesão hepatorreais; distúrbios gastrointestinais
22	Tetrahidrofurano (óxido dietílico; óxido tetrametílico)	Ação narcótica; lesões hepatorreais; irritação dos olhos e das vias aéreas	
23	Tolueno (metilbenzeno; fenilmetano; toluol)	Ação narcótica	Distúrbios neurológicos inespecíficos; possível dependência
24	Tricloroetileno (tricloroeto de etinil)	Ação narcótica	Lesão hepatocelular; distúrbios neurológicos inespecíficos
25	m-Xilol (1, 2-dimetilbenzeno)	Ação narcótica; cefaléia; tonturas; fadiga; náuseas	Alterações neurológicas inespecíficas
26	o-Xilol (1, 3-dimetilbenzeno)	Os mesmos do m-xilol	Os mesmos do m-xilol
27	p-Xilol (1, 4-dimetilbenzeno)	Os mesmos do m-xilol	Os mesmos do m-xilol

(conclusão)

ANEXO IV-b - Compostos Químicos e Seus Efeitos Sobre a Saúde – Tabela Merck

Quadro 16.5 – Anexo IV-b

Nº	AÇÕES IMEDIATAS
1	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico.
2	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico.
3	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, descanse mantenha aquecido. Se a exposição for grande, procure médico.▶ Boca: Lave a parte externa com bastante água e beba um pouco de água. Procure o médico.▶ Pele: Banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas e só use-as novamente após lavagem. Em casos graves, procure o médico e aplique respiração artificial, caso a respiração tenha parado.
4	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, descanse mantenha aquecido. Se a exposição for grande, procure médico.▶ Boca: Lave a parte externa com bastante água e beba um pouco de água. Procure médico.▶ Pele: Banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas e só use-as novamente após lavagem.
5	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em caso grave ou exposição prolongada, procure médico.▶ Pele: banhe com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e reutilize-as após lavagem.▶ Boca: lave vigorosamente com água, beba água intercalando com vinagre, ácido acético 1% ou suco de limão. Procure o médico.
6	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição e mantenha aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e aplique pasta de magnésia glicerol. Empolamento ou queimaduras deverá receber cuidada médica. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as após lavagem.▶ Boca: lave-as vigorosamente com água e beba água, intercalado com leite de magnésia. Procure o médico.

(continua)

Nº	AÇÕES IMEDIATAS
7	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
8	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
9	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas e só utilize-as novamente após lavagem. Procure o médico.▶ Boca: lave a parte externa com bastante água e beba água. Procure o médico.
10	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves, procure o médico e aplique respiração artificial, se houver parada.▶ Boca: lave vigorosamente com água e procure o médico.
11	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou de exposição prolongada, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e beba água. Procure o médico.
12	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido., em caso de exposição prolongada, procure o médico.▶ Boca: lave vigorosamente com água e beba água. Procure o médico.
13	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: remova as roupas contaminadas e enxágue a pele com glicerol, polietileno glicol ou mistura de polietilenoglicol líquido com álcool metílico 7,3 durante 10 minutos. Use água se o solvente não estiver disponível de imediato. Utilize as roupas novamente após lavagem. Procure o médico.▶ Boca: lave vigorosamente com água. Beba água ou leite e procure o médico.

(continua)

Quadro 16.5 – Anexo IV-b (continuação)

Nº	AÇÕES IMEDIATAS
14	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e lave-as com sabão e água antes de utilizá-las novamente. Procure o médico ao contato prolongado.▶ Boca: lave vigorosamente com água e beba leite. Procure o médico.
15	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves, procure o médico.▶ Pele: banhe-a abundantemente com água. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem.▶ Boca: lave a parte externa com água e beba água. Procure o médico.
16	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
17	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves, procure o médico.▶ Pele: banhe com grande quantidade de água. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem. Procure o médico.▶ Boca: lave vigorosamente com água e beba água intercalando com vinagre, ácido acético 1% ou limonada. Procure o médico.
18	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
19	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e utilize-as novamente após lavagem. Ao contato prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave vigorosamente com água. Beba bastante água e, após, 2 colheres de sopa de sulfato de magnésio em água. Procure o médico.

(continua)

Nº	AÇÕES IMEDIATAS
20	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido. Em casos graves ou exposição prolongada, procure o médico.▶ Pele: banhe-a com água e lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas e só utilize-as novamente após lavagem e arejamento. Se o contato for prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e procure o médico.
21	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Boca: lave-a vigorosamente com água e beba um pouco de água. Procure o médico.
22	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Pele: encharque a pele com água e, após, lave com água e sabão. Remova as roupas contaminadas. Areje-as vigorosamente antes do uso. Ao contato prolongado, procure o médico.▶ Boca: lave vigorosamente com água e procure o médico.
23	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Boca: lave vigorosamente com água. Procure o médico.
24	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.▶ Boca: lave vigorosamente com água. Procure o médico.
25	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: <i>remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.</i>▶ Boca: lave vigorosamente com água. Procure o médico.
26	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: <i>remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.</i>▶ Boca: lave vigorosamente com água. Procure o médico.
27	<ul style="list-style-type: none">▶ Pulmões: <i>remova da exposição, mantenha em repouso e aquecido.</i>▶ Boca: lave vigorosamente com água. Procure o médico.

(conclusão)

Parte IV

Manipulação de

Animais

Sumário

18. Animais de Laboratório	360
18.1. Saúde das Espécies Convencionais de Laboratório	360
18.2. O Controle Sanitário	362
18.3. Modelos Animais de Doenças Humanas.....	364
18.3.1. As Linhagens Geneticamente Padronizadas	365
18.3.2. As mutações.....	366
18.3.3. O Valor dos Modelos Animais	371
18.3.4. Tabela e Figuras	372
18.4. Bibliografia.....	375
19. Animais Geneticamente Modificados (Transgênicos) e a Legislação Brasileira de Biossegurança	377
19.1. Introdução	377
19.2. Técnicas de Transgenese	378
19.2.1. Microinjeção de DNA em Pronúcleo	379
19.2.2. Infecção por Retrovírus.....	380
19.2.3. Células Embrionárias Indiferenciadas (“Embryonic Stem Cells - ES”).....	381
19.2.4. Espermatozoides como Vetores	381
19.2.5. Biolística	382
19.3. Utilização dos Animais Transgênicos.....	383
19.3.1. Estudo da Regulação e Expressão Gênica.....	383
19.3.2. Utilização de Animais Transgênicos como Biorreatores.....	384
19.3.3. Geração de Modelos Animais para Estudos Biomédicos	384
19.3.4. Introdução de Novas Características Genéticas Importantes Economicamente ...	385
19.4. Legislação Brasileira de Biossegurança	386
19.4.1. Instrução Normativa N° 12.....	387
19.4.2. Instrução Normativa N° 13.....	396
19.5. Conclusão	398
19.6. Referências Bibliográficas	399

18. Animais de Laboratório

Ana Lúcia Brunialti Godard

18.1. Saúde das Espécies Convencionais de Laboratório

“Saúde é o resultado do equilíbrio entre um ser vivo, seu meio ambiente e os diversos agentes que possam produzir doença”.

O animal de laboratório é o principal elemento na pesquisa. Sua saúde deve ser mantida em condições ideais de modo a permitir reprodutibilidade dos resultados.

Fatores orgânicos e ambientais alteram o funcionamento do organismo do animal e levam a resultados diferentes daqueles que seriam esperados e desejáveis. Estes fatores incluem principalmente as condições sanitárias (higiene), alimentação, água, luz, ruído ambiental etc.

Está amplamente demonstrado que modificações na luminosidade ambiente levam a alteração do funcionamento do eixo hipotálamo-hipófese, alterando de maneira importante os níveis hormonais. A amônia, o constituinte da urina animal, provoca irritação das vias aéreas e alteração do funcionamento hepático e do sistema nervoso central. O ruído se constitui em fator estressante, modificando as respostas neuro-endócrinas. A falta de higiene proporciona crescimento de bactérias e de parasitas que podem levar o animal a apresentar diarreias e como consequência distúrbios do balanço hidroeletrolítico. Estas são apenas algumas das consequências de condições inadequadas do ambiente onde vive o animal.

Cada experimento tem suas exigências específicas, mas todos eles necessitam que os animais estejam em boas condições de saúde.

A exteriorização do estado de saúde se dá pelo comportamento dos indivíduos de uma colônia quando se encontram isolados ou em grupos.

Conhecer as características de comportamento das diferentes espécies utilizadas é de grande importância para as avaliações diárias das colônias de animais. Em geral as espécies animais apresentam um comportamento social bem definido como o estabelecimento de padrões de hierarquia e atribuições para os diversos membros do grupo. O comportamento anormal dos animais pode ser um reflexo do ambiente inadequado ou mesmo de pessoas envolvidas no trabalho.

Os métodos para se avaliar o estado de saúde dos animais são muitos e vão desde uma análise clínica (inspeção, palpação e auscultação) até os métodos diagnósticos que buscam pela contaminação microbiana ou por parasitas. Entretanto, o melhor dos métodos clínicos, nada mais é que a inspeção, a observação metódica, diária e organizada, dispensando exames aprofundados e dispendiosos. Na tabela 1 são apresentados os principais fatores de interferências nas colônias animais.

Tabela 18.1 - Fatores que podem interferir no comportamento normal dos animais de laboratório.

FATORES	CONDIÇÕES
Alojamento	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Densidade populacional por gaiola, tipo de gaiola, frequência de trocas, qualidade da limpeza.
Higiene	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pessoal: uniformes, banhos, limpeza das mãos. ▶ Ambiental: remoção de poeiras e detritos, controle de trânsitos das pessoas, isolamento de áreas de manutenção dos animais. ▶ Equipamentos: desinfecção, esterilização, conservação.
Rações	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Qualidade, quantidade, prazo de validade. ▶ Estocagem em ambiente apropriado.
Animais	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Quarentena, controle sanitário, seleção das matrizes, isolamentos das espécies diferentes.
Equipe técnica	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Postura, movimentação, manipulação, contensão. ▶ Conhecimento das principais características das espécies animais sob seus cuidados.

Tabela 18.2 - Correlação entre as condições normais de saúde, os distúrbios do organismo e suas principais causas.

CONDIÇÃO NORMAL	DISTÚRBIOS/SINTOMAS	CAUSAS
<p>Pele e Anexos</p> <p>Pêlos homogêneos, brilhantes e sedosos com inserção firme. Pele elástica, úmida, lisa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Perda de pêlos; ▶ Ferimentos; ▶ Formação de cicatrizes ou calos; ▶ Irritação da pele; ▶ Pêlos sem brilho, perda de pêlos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fungos, ácaros, sarna, bactérias e eficiência alimentar; ▶ Brigas, cama com resíduos grosseiros; ▶ Bactérias; ▶ Alergias, intoxicação; ▶ Anemia, hepatite, distúrbios metabólicos.
<p>Mucosas Aparentes</p> <p>Úmidas, brilhantes, róseas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Secas, sem brilho, branca, amarelada etc; ▶ Corrimento nasal, ocular (purulento). 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desidratação, anemia, deficiência nutricional, hepatite, infecções, verminoses.

(continua)

Tabela 18.2 (continuação)

CONDIÇÃO NORMAL	DISTÚRBIOS/SINTOMAS	CAUSAS
Olhos Brilhantes, úmidos, vivazes.	▶ Secos, sem brilho, com corrimento ou purulentos.	▶ Desidratação, infecções, conjuntivites, alergias.
Aparelho genital Fêmeas com ciclo estral regular (período específico por espécie)	▶ Aborto, infertilidade, canibalismo. ▶ Fêmeas roedoras mantidas em gaiola com outras fêmeas, por períodos prolongados, entram em fase de repouso sexual (anestro).	▶ Disfunções hormonais; ▶ Deficiência nutricional; ▶ Alta densidade de animais por gaiola.
Aparelho digestivo Dentes íntegros, número e comprimento. Esôfago, estômago, intestino, fígado, pâncreas.	▶ Emagrecimento acentuado. ▶ Fraturas de dentes. ▶ Apatia, diarreia. ▶ Constipações intestinais.	▶ Crescimento anormal e quebras de dentes (dificuldade de preensão dos alimentos); ▶ Brigas, farpas de alimentos ou outros resíduos; ▶ Ingestão de alimentos ou água contaminados por bactérias ou vírus, deteriorados; ▶ Desidratação.

(conclusão)

18.2. O Controle Sanitário

Agentes microbiológicos e/ou parasitológicos patogênicos presentes nas colônias de animais de laboratório freqüentemente têm sido responsabilizados por causar: alterações nos resultados experimentais, erro de interpretação do mesmo, morte dos animais das colônias etc.

Atualmente é uma exigência o uso de animais sanitariamente definidos e livres de patógenos específicos para a pesquisa. Devemos ter em mente que como as substâncias químicas altamente puras utilizadas nos laboratórios de pesquisa, os animais de pesquisa são reagentes biológicos e seu padrão de qualidade deve ser sempre uma exigência de quem os utiliza.

Os métodos utilizados para verificar a qualidade sanitária dos animais podem ser de vários tipos:

Monitoração microbiológica: prática de testes repetitivos padronizados, previamente esquematizados e programados para evidenciar a presença de determinadas infecções numa colônia animal.

Checagem esporádica ou ocasional: quando uma infecção é suspeitada testes específicos são realizados visando identificar os patógenos mais prováveis de causar as alterações clínicas e lesões observadas.

Levantamento microbiológico ou "spot test": é realizado para obter informação referente à prevalência de infecções entre animais de laboratório.

Na tabela 16.3 estão descritos alguns dos vírus indicados para monitoração microbiológica em colônias de animais de laboratório.

Tabela 18.3 - Infecções virais e os órgãos afetados.

MICROORGANISMO	HOSPEDEIRO	ÓRGÃOS AFETADOS
Adenovírus	▶ M, R, GP.	▶ Sistema respiratório e trato gastrintestinal.
Parvovírus		
▶ Toolans H1.	▶ R.	▶ Sistema nervoso.
▶ Kilham rat vírus.	▶ R.	▶ Sistema nervoso, fígado.
Corona vírus		
▶ Hepatite do camundongo.	▶ M.	▶ Sistema respiratório, trato gastrintestinal, sistema nervoso, fígado e sangue.
▶ Rat corona vírus.	▶ R.	▶ Sistema respiratório.
▶ Rabbit corona vírus.	▶ C.	▶ Trato gastrintestinal e miocárdio.
Paramixovírus		
▶ Sendai.	▶ M, R, H, GP.	▶ Sistema respiratório (M, R).
▶ Simian.	▶ H, GP.	▶ Sistema nervoso (H).
▶ Pneumonia.	▶ M, R, H, GP.	▶ Sistema respiratório (M, R).
Paramixovírus		
▶ Theiler (GDVII, MHG).	▶ M, R.	▶ Sistema nervoso.

Legenda: Camundongos (M), ratos (R), guinea pig (GP), coelhos (C), hamsters (H).

Os agentes microbiológicos, principalmente os vírus, são altamente contagiosos e, portanto, muito prevalentes nas colônias convencionais de animais de laboratório. Uma vez presentes, dificilmente se consegue eliminá-los pelo caráter enzoótico que apresentam. A erradicação da colônia e a descontaminação ambiental com posterior recolonização, adoção de técnicas de manejo eficientes e implantação de sistemas de barreiras de proteção nos biotérios têm sido a conduta mais indicada e utilizada.

Devemos ter em mente que a prevenção é a melhor das condutas quando trabalhamos com animais de laboratório. Nos biotérios convencionais os agentes infecciosos podem ser introduzidos numa colônia e transmitidos de várias maneiras para os animais de laboratório através dos materiais, objetos e equipamentos contaminados que entram nas áreas de criação, por meio de vetores mecânicos ou biológicos (insetos), pela introdução nos biotérios de animais oriundos de colônias contaminadas etc. Já nos biotérios que possuem sistemas de barreiras de proteção, a contaminação pode ser causada por falha técnica que interrompe o sistema de proteção.

No intuito de impedir as contaminações dos animais por agentes patogênicos, podemos tomar algumas medidas preventivas como, por exemplo:

- ▶ implantação de sistemas de barreiras de proteção nos biotérios;
- ▶ treinamento da equipe técnica e dos usuários dos biotérios para a adoção de técnicas de manejo adequadas;
- ▶ implantação de programa de monitorização sanitária permanente;
- ▶ adoção de um programa de rotinas periódicas de desinfecção ambiental e esterilização de todo material que entrará em contato com a colônia;
- ▶ adoção do sistema de quarentena para novas espécies ou linhagens a serem introduzidas no biotério;
- ▶ vigilância permanente para cumprimento de normas técnicas funcionais previamente discutidas e elaboradas.

18.3. Modelos Animais de Doenças Humanas

Desde a descoberta em 1902 por Garrod que a alcaptonúria (*aku*) era uma desordem do metabolismo de caráter hereditário (*erro inato do metabolismo*), várias outras doenças ou patologias humanas têm sido caracterizadas como uma deficiência genética e, tais descobertas se intensificaram ainda mais com as novas técnicas de biologia molecular.

Paralelamente ao progresso da genética humana, a genética de camundongos ou o estudo de modelos animais de doenças humanas foi criado (**tabela 18.1**). Tais modelos ajudam na compreensão da patogenicidade de várias doenças e, em muitos casos, são usados para testar a eficiência e ausência de efeitos colaterais de uma terapia gênica que busca a compensação ou substituição da função do gene defeituoso no homem.

O objetivo deste artigo é de descrever como os modelos animais das doenças humanas foram descobertos ou induzidos, suas vantagens e limitações.

18.3.1. As Linhagens Geneticamente Padronizadas

As linhagens isogênicas

Os roedores de laboratório suportam relativamente bem um regime de cruzamentos totalmente consanguíneo. Nos ratos e camundongos podemos fazer acasalamentos entre irmãos durante várias gerações obtendo assim populações de animais muito homogêneas do ponto de vista genético. Estas populações são denominadas linhagens isogênicas (*inbred strains*) e elas são muito estáveis e geneticamente padronizadas:

- ▶ elas têm formas alélicas homozigóticas para todos os *loci* do genoma e
- ▶ o conjunto de alelos que compõe o genoma são distribuídos de forma aleatória.

Desta forma, fica claro que toda comparação feita entre camundongos provenientes de linhagens diferentes revelará diferenças genéticas. Para termos acesso a tais diferenças devemos cruzar as diferentes linhagens e analisarmos a transmissão genética de um ou mais caracteres genéticos de uma geração à outra.

Algumas destas linhagens são consideradas como modelos animais para a medicina pois elas desenvolvem doenças como por exemplo a linhagem NOD (Non Obese Diabetic) (Festing M.W., 1996). Nesta linhagem, 80% das fêmeas e 20% dos machos apresentam espontaneamente uma diabetes auto-imune insulino-dependente, análoga à diabetes juvenil do homem.

Por outro lado, as linhagens isogênicas podem apresentar diferenças quanto às reações aos agentes infecciosos. Neste caso observamos que enquanto algumas linhagens são dizimadas pela infecção de um agente patogênico, outras são resistentes. Isto foi observado com os agentes *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania major* ou pela bactéria Salmonela e as Micobactérias (Foote *et al.*, 1997; Vidal *et al.*, 1993). Entretanto, neste caso a noção de modelo animal é um pouco mais complicada pois os mecanismos envolvidos no determinismo genético das diferenças de sensibilidade às infecções não são integralmente transponíveis de uma espécie à outra. Para ilustrar esta afirmação podemos utilizar como exemplo o gene *Mx* (para *Myxovirus resistance*, mapeado no cromossomo 16).

A maior parte das linhagens de camundongos de laboratório sucumbe entre 48 e 72 horas após terem sido infectadas pelo vírus da influenza, enquanto que a linhagem A2G resiste a dose 500 vezes mais forte. Esta diferença de sensibilidade é controlada por um único gene, o gene *Mx* que possui dois alelos: o alelo de resistência *Mx⁺* e o alelo da sensibilidade *Mx⁻*, o alelo primeiro é dominante sobre segundo. A clonagem e o estudo molecular deste gene serviu para elucidar o mecanismo genético que rege a sensibilidade ou resistência ao *Myxovirus* para todos os mamíferos (Haller *et al.*, 1980).

Nós podemos citar muitos outros modelos conhecidos como, por exemplo, a resistência ao vírus de *Theiler*. Entretanto sabemos que esta é uma área de estudo que só tende a se desenvolver e as estratégias serão cada vez mais generalizadas de um caso para outro. Todas, entretanto buscam o mesmo resultado, que deverá ser o desenvolvimento de vacinas ou de tratamentos para as doenças infecto-contagiosas.

As linhagens isogênicas de camundongos de laboratório derivam todas de um pequeno número de genitores, isto do ponto de vista genético, significa que não existe muita diferença entre os genomas. Por exemplo, todas estas linhagens possuem a mesma molécula de DNA mitocondrial (herdado da mãe) e o mesmo cromossomo Y (herdado do pai). Tal homogeneidade é um fator positivo para o estudo da histocompatibilidade ou estudos sobre a predisposição a algumas formas de câncer. Entretanto o uso destas linhagens não é adequado ao mapeamento genético à alta densidade (indispensável à clonagem posicional), ou do estudo do “imprinting” genético, ou o estudo dos efeitos da epistasia etc. São por estas razões que foram criadas recentemente novas linhagens derivadas de camundongos selvagens capturados na natureza.

Além deste tipo de camundongos, podemos falar das linhagens congênicas, ou das recombinantes (derivadas de duas linhagens isogênicas parentais). Porém, todas estas outras linhagens são produtos de cruzamentos e de seleções a partir das linhagens isogênicas.

18.3.2. As mutações

As mutações fazem surgir uma segunda forma alélica permitindo assim a identificação dos genes responsáveis. Todos os seres vivos sofrem mutações no genoma e todas estas mutações são produzidas de forma aleatória tanto nas células somáticas, germinativas, embrionárias e adultas.

Assim que elas são transmitidas às gerações seguintes freqüentemente os seus efeitos são deletérios ou patológicos e podem, neste momento, servirem de modelo para algumas doenças hereditárias humanas ou tornam-se, simplesmente, um utensílio para a ciência.

As mutações como modelos para doenças humanas

Nos camundongos e ratos de laboratório existem mais de mil mutações que representam um estoque potencial de modelos animais. Pelos resultados experimentais, nós podemos admitir que a freqüência de mutações espontâneas é próxima de 5×10^{-6} por gameta e por geração para as mutações recessivas e a freqüência em torno de 2×10^{-7} por gameta e por geração para as mutações dominantes. Isto quer dizer que um camundongo entre mais ou menos duzentos possui uma mutação em um locus qualquer.

Entre todas estas mutações que vem sendo coletadas ao longo deste século, algumas reproduzem uma síndrome muito próxima de uma patologia humana. Este é o caso, por exemplo, da mutação alcaptonúria (*aku*) (**Figura 18.1**) a qual mapeamos sobre o cromossomo 16 dos camundongos (Montagutelli *et al.*, 1994). O mesmo gene (o do ácido homogentísico) é afetado no homem e no camundongo e os sintomas são muito parecidos nestas duas espécies (a urina torna-se escura oxidando-se após o contato com ar). Muitas outras mutações como esta já foram descritas, mas acontece que os sintomas de uma mesma doença podem ser mais severos de uma espécie a outra. A distrofia muscular de Duchenne, da qual conhecemos um modelo animal que é o camundongo *mdx*, é a conseqüência de uma mutação em um enorme gene de estrutura mapeado sobre o cromossomo X. Tal mutação interrompe a produção de uma proteína essencial na miogênese: a distrofina. No homem, os efeitos desta mutação são severos enquanto que nos camundongos são quase imperceptíveis. Este modelo é interessante pois no dia em que os geneticistas descobrirem a razão desta diferença de fenótipo entre estas duas espécies contendo a mesma mutação nós teremos progredido muita na compreensão desta terrível doença e talvez estejamos caminhando para a cura da mesma.

Mesmo sendo abundantes, as mutações de camundongos e de ratos susceptíveis de serem modelos para os geneticistas humanos ainda são insuficientes. Nós conhecemos, por exemplo, oito mutações de camundongos cujos efeitos afetam a sobrevivência dos motoneurônios na medula espinhal, porém nenhuma destas mutações serve como modelo animal de uma neuropatia humana pois em nenhum dos casos, as localizações genéticas coincidem com o mapeamento genético humano. Este é o caso, por exemplo, da mutação “progressive motor neuronopathy” (*pnn*) (**Figura 18.2**) com a qual trabalhamos, há algum tempo, tentando clonar o gene responsável. Durante um certo tempo ela foi considerada como sendo o modelo animal da Amiotrofia espinal humana (SMA para Spinal Muscular Atrophy) do tipo I, a mais severa. Mapeamos esta mutação na região centromérica do cromossomo 13 de camundongos (Brunialti *et al.*, 1995), longe da região cromossômica homóloga ao cromossomo 5 local onde foi mapeado a doença humana. Tal descoberta serviu para descartar este camundongo como sendo um modelo animal para síndrome humana.

Esta constatação indica, por outro lado, que é indispensável coletarmos e mesmo produzirmos em massa novas mutações para suprir esta deficiência. Estatísticas feitas no Jackson Laboratory (a “Meca” da genética de camundongos) nos Estados Unidos e no nosso laboratório no Instituto Pasteur de Paris indica que, em torno de 60% de novas mutações espontâneas ou induzidas, identificam um gene novo e não uma nova forma alélica de um gene já conhecido. Podemos deduzir então, que o genoma de camundongos está longe de estar saturado de mutações sendo, desta forma, uma fonte riquíssima para o estudo de modelos animais para as doenças humanas.

Podemos aumentar o número de mutações nos camundongos através da utilização de agentes mutagênicos químicos ou físicos. Os mutagênicos químicos são mais cômodos de que os físicos, pois são mais baratos e fáceis de serem utilizados. Entre eles o mais conhecido e também o mais eficaz são o etil-nitroso-uréa (ENU) (Brown S.D.M. *et al.*, 1998). Uma única dose de 250mg/Kg do peso corporal, administrada via intraperitoneal, aumenta em até 102 vezes a frequência de mutações observadas. Com tal agente mutagênico podemos produzir um grande número de alelos mutantes do mesmo *locus*, e assim, estudarmos os diferentes domínios de uma mesma proteína. Nós podemos igualmente submeter uma população de camundongos a uma forte pressão mutagênica para procurar, na descendência, alguns fenótipos que podem ser interessantes para uma dada patologia. Este tipo de experiência foi realizado pela primeira vez por Vernon C. Bode e colaboradores (1988) quando descobriram o modelo animal da fenilcetonúria humana (Figura 3). Tal experimento foi renovado pelos pesquisadores Alexandra Shedlovsky e J. David McDonald (1990) que publicaram uma lista exaustiva de mutações pontuais induzidas nos camundongos no gene da fenilalanina hidroxilase (*Pah*) para servir de modelo à síndrome humana da fenilcetonúria (PKU). Este modo de utilização da mutagênese é muito interessante pois ela demonstra o valor dos modelos animais na análise dos diferentes aspectos de uma síndrome humana. Ela também mostra que é possível induzir novas mutações num mesmo locus ou em outros para proceder ao inventário de todos os caminhos implicados em uma doença metabólica, este é o caso da fenilcetonúria da qual pudemos conhecer todas as vias do metabolismo através deste procedimento. Poderíamos citar mais exemplos aonde a mutagênese foi utilizada na identificação de novas mutações que afetem um tecido ou uma função em particular. Podemos citar o exemplo de Jack Favor e colaboradores em Munique que isolaram mais de 75 mutações todas afetando o cristalino dos camundongos para provocar catarata. Ou então, o que foi feito pela equipe do Dr. Steve Brown na Inglaterra, aonde uma experiência do mesmo tipo que a anterior foi realizada para saturar o genoma de camundongos com mutações que levam a surdez a fim de identificar os genes que estão implicados no desenvolvimento do ouvido interno.

As mutações como instrumentos para a pesquisa

Como já foi mencionadas anteriormente as mutações permitem de identificar um gene através de um fenótipo patológico ou anormal. Isto quer dizer que é possível clonar um gene identificado unicamente por um alelo mutado do qual o fenótipo é, *a priori*, interessante e isolar um gene cuja função é importante. Este foi o caso de Jeffrey Friedman e colaboradores que clonaram os genes responsáveis pela diabetes (*db*) e pela obesidade (*ob*) (Zhang *et al.*, 1994) (**Figura 18.4**) nos camundongos e que eram conhecidos unicamente pelos seus fenótipos anormais. Utilizando os camundongos exatamente como os geneticistas dos vegetais fizeram com *Arabidopsis thaliana*, como uma fonte de genes a serem clonados, a equipe de Friedman identificou a proteína chamada leptina que está envolvida na regulação do metabolismo dos lipídeos e no controle da satisfação alimentar. Este é um dos muitos exemplos que poderíamos citar da identificação e clonagem de um gene unicamente através do seu fenótipo patológico.

As mutações produzidas in vitro pela recombinação homóloga nas células embrionárias

O antigo sonho dos geneticistas de poderem provocar mutações dentro de um gene escolhido, *a priori*, foi realizado em decorrência dos trabalhos realizados por Capecchi e colaboradores (1989), estes conseguiram substituir *in vitro*, ou seja, dentro das células embrionárias em cultura, uma seqüência de DNA normal por uma seqüência homóloga mutada. Esta técnica, chamada de "gene knock-out" permite, em teoria, de inativar qualquer gene desde que sua seqüência genômica seja conhecida. Tecnicamente podemos inativar de maneira sistemática todos os genes dos quais a seqüência seja conhecida mas não a sua função para podermos conhecer seus efeitos sobre o embrião e/ou o adulto. Através deste método já foi produzido muitos modelos animais de doenças humanas. Este é o caso das doenças de Tay Sachs, Werdnig Hoffmann (Amiotrofia Espinal de Tipo I) e de muitas outras que já possuem um modelo animal obtido pelo "knock-out" (Sango *et al.*, 1995). Até o presente momento esta técnica é usada unicamente nos camundongos pois só nesta espécie é que existe as células E.S. (Embryonic Stem cells) e, na maior parte do tempo, elas só não permitem a produção de um alelo nulo de um determinado gene. Atualmente novas técnicas de inativação de genes têm aparecido. Podemos citar o método denominado *cre-loxP* (Gu *et al.*, 1994) com o qual podemos inativar um gene de forma específica em um tecido determinado com um tempo pré-estabelecido. Nós podemos chamá-lo de inativação premeditada espaço-temporal. Esta técnica é a única que possibilita a inativação de genes essenciais durante o desenvolvimento embrionário, porém ela perde sua especificidade tissular no indivíduo adulto.

A transgênese

Com o desenvolvimento muito rápido da engenharia genética, nós podemos hoje em dia, acrescentar um gene clonado ou um fragmento de DNA ao patrimônio genético de um animal de laboratório (Palmiter *et al.*, 1982). Desta forma criamos um animal transgênico que adquiriu de forma estável uma informação genética a qual não veio pelos canais naturais da evolução. Esta "manipulação" do genoma representa o avanço mais importante da genética moderna.

Este método, ao contrário do anterior, pode ser aplicado a todas as espécies que possuam DNAs clonados. A técnica consiste em injetar diretamente um fragmento de DNA clonado e linear, dentro de um dos pronúcleos com a ajuda de uma micro-pipeta. A integração do transgene se faz, provavelmente, de forma aleatória e, quase sempre, durante a primeira divisão mitótica do ovócito. Desta forma todas as células portam o transgene no genoma. As vezes a integração não é homogênea e o animal que resulta é chamado de quimera, pela justa posição de células transgênicas e normais.

A transgênese permite o acréscimo de um gene suplementar no genoma, sendo assim, podemos dizer que é uma genética de adição opondo-se à genética tradicional que é de substituição de alelos. Pela transgênese nós podemos aumentar o número de cópias de um gene qualquer e verificar se esta modificação da dosagem tem efeitos ou não. Podemos também modificar a estrutura do transgênico e mudar, por exemplo, as seqüências reguladoras que estão, na maior parte do tempo, situadas nas extremidades 5' das seqüências codificadoras. Assim nós podemos fazer com que o transgene seja expresso em um estado do desenvolvimento diferente do estado normal ou que ele seja expresso em um tecido diferente. Ao combinarmos todas estas possibilidades pudemos obter vários modelos animais de doenças humanas. Talvez um dos mais interessantes tenha sido o que foi feito pela equipe do Dr. Hiromichi Yonekawa que mostrou que, ao se produzir um camundongo transgênico para o gene humano que codifica para o receptor do vírus da poliomielite, eles o tornaram sensível à infecção viral.

A mesma coisa foi feita para o vírus da hepatite C. Podemos dizer que tais trabalhos são muito importantes na pesquisa sobre estas duas doenças pois agora dispomos de modelos animais. Porém, ela causa ao mesmo tempo um problema de biossegurança gerando novas espécies de animais sensíveis às infecções, em outras palavras, ela produziu um reservatório potencial de vírus.

Vários camundongos transgênicos para os receptores do vírus da AIDS foram construídos mas, até agora, ainda não dispomos de um modelo animal. O grande problema está em termos toda a estrutura que permita ao vírus de se replicar e de se encapsular de novo.

Também podemos falar de animais transgênicos resultantes da regulação anormal de um gene. Talvez o melhor exemplo ainda seja, o do animal que tem uma super produção do hormônio de crescimento humano (HGH). O resultado deste trabalho foi a produção de animais muito maiores que os normais e com uma série de patologias menores.

Vários outros modelos foram obtidos pela interrupção do controle da expressão de um gene. Este é o caso dos transgênicos construídos à partir das seqüências codificadoras das células oncogênicas regulados por promotores não específicos. Tais animais desenvolvem um número elevado e freqüente de neoplasias, mas quando, ao contrário, o promotor é histo-específico, o câncer ocorre em tecidos específicos.

A produção de animais transgênicos talvez seja o melhor caminho para estudar os mecanismos da oncogênese pois ela não requer uma translocação cromossômica recíproca para ativar o gene oncogênico em questão. O melhor exemplo para a afirmação anterior é o modelo animal da leucemia aguda humana que foi obtido pela construção artificial do chamado cromossomo Filadélfia humano (no homem é a translocação recíproca 9q34-22q11 e nos camundongos é a junção do 1º exon em 5' do gene bcr aos exons em 3' do gene c-Abelson). Infelizmente estes animais não ajudaram na elucidação da relação de causa e efeito que existe entre a presença do cromossomo Filadélfia e o desenvolvimento de uma leucemia aguda pois tais animais morrem ainda pequenos.

Modelos transgênicos resultantes da introdução de grandes fragmentos de DNA nas células germinais de camundongos

Várias equipes de pesquisadores têm obtido sucesso na produção de animais transgênicos com a transferência de grandes fragmentos de DNA clonados em Yeast Artificial Chromosome (YAC) ou Bacterial Artificial Chromosome (BAC) dentro das células germinais (Jacobovits et al., 1993) ou, simplesmente, através da injeção no pronúcleo do DNA de YAC purificado. Tais transgênicos são utilizados no estudo da compreensão dos efeitos de uma doença da qual não conhecemos exatamente o gene responsável mas temos a região cromossômica aonde ele foi mapeado.

Como exemplo, podemos citar o animal transgênico chamado “olhos pequenos” (Sey/+), este carrega no seu genoma um YAC de 420 Kb que possui o gene humano PAX6. Durante este experimento foi observado que os animais portadores deste YAC vinham super exprimindo o gene PAX6, consequência da integração múltipla deste gene, e que apresentavam uma desorganização nos olhos microfáltmicos. Tal resultado mostrou a importância que tem o nível de expressão do gene PAX6 para este órgão.

Dois outros modelos animais de doenças humanas também foram conseguidos usando-se os YACs para as doenças de Charcot-Marie-Tooth e a Síndrome de Down.

Charcot-Marie-Tooth tipo I é uma doença hereditária autossômica dominante que é o resultado da duplicação de uma região que contém o gene PMP22 (proteína mielínica periférica-22). O YAC humano contendo, entre outras seqüências de DNA, 40 Kb do gene PMP22 humano foi introduzido nas células germinais de camundongos. O resultado foi a produção de animais que sofrem de uma dimielinização periférica similar, porém mais severa, que a da doença de Charcot-Marie-Tooth do tipo I.

A Síndrome de Down ou o mongolismo é uma doença humana causada pela trissomia do cromossomo 21 e ela está associada à um certo número de defeitos e anomalias muito bem caracterizadas. Nós podemos dizer que tais defeitos são mais ou menos uma consequência direta das expressões anormais de uma série de genes localizados sobre o cromossomo 21 sendo a região 21q22.2 a mais crítica. Para tentar entender melhor e também poder definir um ou mais genes responsáveis por esta Síndrome, Smith e colaboradores (1997) construíram vários animais transgênicos cada um carregando um YAC diferente contendo 2 Mb da totalidade da região 21q22.2. Os camundongos que possuíam dois YACs diferentes e que não se sobrepunham no mapa físico da região, apresentaram dificuldades de aprendizado indicando que ao menos dois genes contidos nesta região cromossômica são responsáveis por este problema quando presentes em mais do que duas cópias. Um destes dois genes foi identificado: é o gene homólogo ao gene dito “mini-cérebro” de *Drosófila*, responsável pelos defeitos na aprendizagem das moscas.

Não temos dúvida alguma que a tecnologia de transferência de fragmentos de DNA de vários tamanhos (pequenos, grandes ou extragrandes) para o genoma de camundongos (transgênese) terá um grande impacto na gênese de modelos animais de doenças humanas. Entretanto ela tem seus limites. Um deles é que ela funciona pela adição de uma seqüência exógena e não pela substituição de uma informação no genoma. Isto significa que não é possível produzir uma alteração recessiva, exceto nos raros casos onde ocorre interrupção acidental de uma seqüência codificadora.

18.3.3. O Valor dos Modelos Animais

Várias vezes nós destacamos que os fenótipos patológicos dos modelos animais são, na maior parte do tempo, diferentes aos das doenças humanas. Geralmente a mesma mutação no camundongo e no homem provoca uma patologia mais severa neste último. Às vezes as diferenças são extremas como, por exemplo, no caso da falta da proteína distrofina nos camundongos que quase não tem efeito algum enquanto que no homem é a causa da distrofia muscular de Duchenne. A mutação no gene hypoxantine fosforil transferase (HPRT) não tem efeito algum nos camundongos, enquanto que a mesma causa uma doença terrível chamada Lesch-Nyhan caracterizada por um retardamento mental no homem.

Na realidade, quando analisamos esta situação nós não deveríamos estar surpresos com o resultado pois, a priori, nós não temos razão alguma de considerarmos o camundongo ou o rato como um homem em miniatura. Robert Erickson (1989) propõem três possíveis explicações para estas diferenças: existem (i) variações nas vias bioquímicas do metabolismo entre o camundongo e o homem, (ii) variações no desenvolvimento e (iii) a relação entre tempo absoluto e tempo fisiológico no desenvolvimento de uma doença não é a mesma entre o homem e o animal. Para justificar a primeira hipótese podemos retomar o caso já falado acima do modelo animal da Síndrome de Lesch-Nyhan humana. Quanto às diferenças no desenvolvimento, podemos falar da deficiência em anidrase carbônica (CAII) que no homem causa osteoporose, calcificações intracraniana e retardamento mental, enquanto que a mesma deficiência nos camundongos não tem efeito patológico algum.

Enfim, as pesquisas sobre os metabolismos tóxicos são difíceis de serem realizadas com modelos animais pois são baseadas na acumulação dos agentes tóxicos ao longo do tempo de vida do indivíduo, assim fica evidente que os resultados patológicos encontrados nos animais, se houverem, não serão os mesmos que os encontrados no homem.

Os modelos animais por mais úteis e numerosos que sejam têm seus limites. Entretanto eles são indispensáveis no estudo das doenças genéticas humanas pois permitem, por exemplo, o estudo da patologia de uma síndrome ao longo do tempo, no desenvolvimento de terapias gênicas, na descoberta de novos genes que podem ser uma fonte para novos medicamentos (por exemplo a descoberta do gene obese de camundongos que codifica para a leptina. Esta proteína é usada atualmente no tratamento de um tipo de obesidade humana) ou nos genes modificadores que têm papéis determinantes na gravidade de um fenótipo e que constituem novos alvos para tratamentos. Ao combinarmos as diferentes técnicas que estão disponíveis hoje em dia para a modificação do genoma dos animais de laboratório, os geneticistas poderão em breve obter modelos que sejam mais fidedignos às doenças humanas. Podemos acabar dizendo que a experimentação animal, a partir de agora, mudou radicalmente.

18.3.4. Tabela e Figuras

A tabela abaixo mostra os sítios da internet mais interessantes sobre a genética de camundongos e os modelos animais.

Tabela 18.4 - Fontes de informações dos modelos animais

SÍTIOS	INTERESSE	ENDEREÇOS
Informações Gerais		
▶ Pub Méd.	+++	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/
▶ Search OMIM.	+++	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Omn/searchomim.html
▶ The Jackson Labotatory.	+++	http://www.jax.org/
▶ Mouse and Rat Research Home Page.	+++	http://www.cco.caltech.edu:80/~mercer/htmls/rodent_page.html
▶ MGI - Genes, Marcadores e Fenótipos.	+++	http://www.informatics.jax.org/locus.html
▶ Internet Resources for Transgenic and Targeted Muation Research.	+++	http://brut.gdb.org/Dan/tbase/docs/databases.html
Informações de todas as espécies animais		
▶ OMIA.	+++	http://www.angis.su.oz.au/Databases/BIRX/omia/
Genética		
▶ Camundongo.	+++	http://www.informatics.jax.org/locus.html
Criação de Modelos		
▶ MRC Mammalian Genetics Unit - ENU UK - Programa de Mutagênese nos camundongos.	+++	http://www.mgu.har.mrc.ac.uk/
▶ The Institute of Mammalian Genetics - R. Balling - Programa de Mutagênese nos camundongos.	+++	http://www.gsf.de/isg/
▶ Lexicon Genetics, Inc - Produção de modelos por encomenda.	+++	http://www.lexgen.com/
Disponibilidade de Modelos		
▶ ILAR Home.	+++	http://www2.nas.edu/ilarhome/
▶ The Jackson Laboratory – Resources.	+++	http://www.jax.org/resources/documents/

Figura 18.1 - Mutação alcaptonúria (aku)

A urina dos animais doentes torna-se escura após o contato com o ar o que a oxida o. Na foto o animal afetado está   esquerda e na direita o normal



Figura 18.2 - Muta o pmn

A fraqueza muscular dos animais pmn (  direita na foto) se caracteriza pela incapacidade de esticar as patas posteriores quando erguemos os camundongos pelo rabo.



Figura 18.3 - Mutação fenilcetonúria

Os camundongos pertencem a mesma linhagem (BTRB). A despigmenta o vista no animal de cor marrom   um componente da síndrome da fenilcetonúria.



Figura 18.4 - Muta o obeso (ob)

A massa corporal do animal obeso (  esquerda na foto)   muito maior que a do animal normal (  direita na foto)



18.4. Bibliografia

- ▶ BODE, V. C.; MCDONALD, J. D.; GUÉNET, J. L. & SIMON, D. **A mouse mutant with hereditary hyperphenylalaninemia induced by ethyl-nitroso-urea mutagenesis.** Genetics 118: 299-305. 1988.
- ▶ BROWN, S. D. M. & NOLAN, P. M. **Mouse mutagenesis - systematic studies of mammalian gene function.** Human Molecular Genetics: 1627-1633. 1988.
- ▶ BRUNIALTI, A. L. B.; POIRIER, Schmalbruch H. & GUÉNET, J. **The mouse mutation Progressive Motor Neuronopathy (pmn) maps to chromosome 13.** Genomics, 29:131-135. 1995.
- ▶ COHEN-TANNOUJJI, M. & BABINET, C. **Beyond “knock-out” mice: new perspectives for the programmed modification of the mammalian genome.** Mol. Hum. Reproduction 4 (10): 929-938. 1998.
- ▶ DE LUCA, R. R.; ALEXANDRE, S. R.; MARQUES, T.; SOUZA, N. L.; MERUSSE, J. L. B. & NEVES, S. **Manual para técnicos em bioterismo.** 2ª edição, COBEA. 1996.
- ▶ ERICKSON, R. P. **Why isn't a mouse more like a man?** Trends Genet. 5: 1-3. 1989.
- ▶ FESTING, M. W. **Origins and characteristics of inbred strains of mice,** In: LYON, M. F.; RASTAN, S. & BROWN, S. D. M.; (Eds), Genetics Variants and Strains of the Laboratory Mouse, Oxford University Press: 1537-1576. 1996.
- ▶ FOOTE, S. J.; BURT, R. A.; BALDWIN, T. M.; PRESENTE, A.; ROBERTS, A. W.; LAURAL, Y. L.; LEW, A. M. & MARSHALL, V. M. **Mouse loci for malaria-induced mortality and control of parasitaemia.** Nature Genet. 17: 380-381. 1997.
- ▶ GU, H.; MARTH, J. D. & ORBAN, P. C. **Deletion of a DNA polymerase beta gene segment in T cells using cell type-specific gene targeting.** Science 265: 103-106. 1994.
- ▶ HALLER, O.; ARNHEITER, H.; LINDENMANN, J. & GRESSER, I. **Host gene influences sensitivity to interferon action selectively for influenza virus.** Nature 283: 660-662. 1980.
- ▶ JACABOVITS, A.; MOORE, A. L. & VREGARA, G. J. **Germeline transmission and expression of a human-derived yeast artificial chromosome.** Nature 362: 255-258. 1993.
- ▶ MCDONALD, J. D.; BODE, V. C.; DOVE, W. F. & SHEDLOVSKY, A. **Pah^{hph-5}: a mouse mutant deficient in phenylalanine hydroxylase.** Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87: 1965-1967. 1990.
- ▶ MONTAGUTELLI, X.; LALLOUETTE, A.; COUDÉ, M.; KAMOUN, P.; FOREST, M. & GUÉNET, J. L. **Aku, a mutation of the mouse homologous to human alkaptonuria, maps to chromosome 16.** Genomics 19: 9-11. 1994.
- ▶ PALMITER, R. D.; BRINSTER, R. L. & HAMMER, R. E. **Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion genes.** Nature 300: 611-615. 1982.
- ▶ SAIZ, L. M.; GARCIA DE OSMA, J. L. & COMPAIRE, C. F. **Animales de laboratorio: producción, manejo y control sanitario.** Madrid: INIA, 233-7. 1983.

- ▶ SANGO, K.; YAMANAKA, S.; HOFFMANN, A.; OKUDA, Y.; GRINBERG, A.; WESTPHAL, H. & MACDONALD, M. P. **Mouse models of Tay-Sachs and Sandhoff diseases differ in neurologic phenotype and ganglioside metabolism.** Nature Genet. 11: 170-176. 1995.
- ▶ SMITH, D. J. & STEVENS, M. E. **Functional screening of 2 Mb of human chromosome 21q22.2 in transgenic mice implicates minibrain in learning defects associated with Down Syndrome.** Nature Genet. 16: 28-36. 1997.
- ▶ VIDAL, S. M.; MALO, D.; VOGAN, K.; SKAMENE, E. & GROS, P. **Natural resistance to infection with intracellular parasites: isolation of a candidate for Bcg.** Cell 73: 469-485. 1993.
- ▶ WAGGIE, K.; KAGIYAMA, N.; MALLEEN, A. & NOMURA, A. **Manual of mycrobologic monitoring of laboratory animals.** 2 ed. Bethesda: National Institute of Health Publication, 1-109. 1994.
- ▶ ZHANG, Y.; PROENÇA, R.; MAFFEI, M.; BARONE, M.; LEOPOLD, L. & FRIEDMAN, J. **Posicional cloning of the mouse obese gene and its human homologue.** Nature 372: 425-432. 1994.

19. Animais Geneticamente Modificados (Transgênicos) e a Legislação Brasileira de Biossegurança

Luciana de Andréa Ribeiro

Vasco Azevedo

19.1. Introdução

Durante séculos, produtores rurais vem praticando seleção artificial em várias raças e linhagens de animais domésticos, objetivando aumentar a frequência de genes que permitam a expressão de características economicamente relevantes. No entanto, quando o objetivo é a obtenção de mudanças mais drásticas no potencial genético, como mudança da base alimentar (pasto x grãos) ou nos requerimentos de mercado (redução de gordura), os produtores têm lançado mão de estratégias de substituição de raças ou cruzamentos, transferindo genes de uma população para outra, dentro de uma mesma espécie (Cundiff *et al.*, 1993). Na década passada, foram desenvolvidas técnicas para transferir genes específicos, com efeitos desejáveis, não somente de uma raça para outra, mas de uma espécie para outra (Pursel & Rexroad, 1993).

O desenvolvimento de técnicas de introdução de genes em células somáticas e germinativas de animais domésticos e de laboratório foi um dos principais avanços tecnológicos ocorridos nas últimas duas décadas. Animais geneticamente manipulados têm fornecido novos modelos de estudos da regulação gênica, da ação de oncogenes e das interações celulares envolvidas no sistema imune. Além disto, a tecnologia de transgênese animal possibilita a geração de modelos animais precisos para estudo de doenças genéticas humanas e a produção, em larga escala, de proteínas recombinantes de interesse farmacológico humano (Jaenisch, 1988; Pursel & Rexroad, 1993 e Wall, 1996). Duas outras utilizações de animais transgênicos, para um futuro próximo, é a produção de animais transgênicos (frequentemente suínos), que sejam imunes à rejeição, servindo como doadores de órgãos para transplante em humanos (xenotransplante) (Lanza *et al.*, 1997) e para a produção de alimentos, esta última permanece pouco explorada. Isto decorre devido ao reduzido número de genes de interesse para a agropecuária que já tenham sido identificados, isolados, seqüenciados e clonados (Pursel & Rexroad, 1993).

Animais transgênicos podem ser definidos como aqueles que contêm moléculas de DNA exógeno, introduzidas por intervenção humana intencional, objetivando a expressão de novas características (Wall, 1996). Por analogia, o gene transferido denomina-se transgene (Pursel & Rexroad, 1993). Entretanto, a integração por si só não garante a expressão do transgene, e, uma outra definição seria, aquele animal que expressa o transgene e que quando acasalado com animais normais, produz progênie que herdará este gene de forma mendeliana, devido a incorporação do transgene nas células germinativas (Gordon & Ruddle, 1981).

O primeiro experimento com transgênese animal foi realizado com células da linhagem germinativa de camundongos em 1974. O genoma inteiro do vírus Simian foi

microinjetado na cavidade blastocélica de embriões em estágio inicial do desenvolvimento (Jaenisch & Mintz, 1974). Entretanto, a integração de DNA viral só foi detectada, em estudos subsequentes, quando embriões de camundongos foram microinjetados com o retrovírus da leucemia de Moloney, gerando a primeira linhagem de camundongos transgênicos (Jaenisch, 1977). A partir dessa data, vários protocolos tem sido desenvolvidos, buscando-se alterar o genótipo de animais de maneira estável.

A expressão do DNA exógeno, por sua vez, foi obtida também em camundongos, no início da década de 80 (Gordon & Ruddle, 1981; Palmiter *et al.*, 1982, 1983). Camundongos gigantes, gerados a partir da introdução do transgene (gene do hormônio do crescimento humano sob o controle do promotor do gene da metalotioneína de camundongos) em embriões de uma única célula, demonstraram que a integração foi estável e a expressão foi correta nos tecidos do animal adulto (Palmiter *et al.*, 1983). Estes resultados incentivaram a aplicação das técnicas de transgênese, visando aumentar a taxa de crescimento em animais domésticos. Coelhos, ovelhas e porcos transgênicos foram obtidos, em meados da década de 80 (Hammer *et al.*, 1985) e bovinos e caprinos, no início dos anos 90 (Pursel & Rexroad, 1993). Entretanto, a eficiência de transformação obtida foi menor do que em camundongos.

19.2. Técnicas de Transgênese

Várias técnicas têm sido utilizadas para a introdução de genes em células germinativas e em células somáticas, de várias espécies animais. Para a produção de animais domésticos transgênicos as técnicas mais utilizadas são:

- ▶ microinjeção de DNA em pronúcleo;
- ▶ infecção por retrovírus;
- ▶ células embrionárias indiferenciadas (“embryonic stem cells”);
- ▶ espermatozóides como vetores;
- ▶ biolística.

Dependendo da técnica utilizada, o animal produzido pode constituir-se somente de células que carregam o transgene (são os denominados animais transgênicos), ou de conjuntos de células com ou sem o transgene (animais quiméricos ou mosaicos). Os animais quiméricos são constituídos de células de origens distintas, enquanto que, os mosaicos são constituídos de células derivadas de um único blastocisto original. As técnicas que envolvem a introdução de células transformadas em um embrião receptor (por exemplo, a transfecção de células embrionárias indiferenciadas e, posterior, introdução destas células em embriões em estágio de blastocisto) darão origem a animais quiméricos. Por outro lado, técnicas que transfectam diretamente as células do animal a ser transformado, produzirão animais mosaicos. Nas duas situações, os animais transgênicos só serão obtidos, após o cruzamento de indivíduos heterozigotos F1 com animais normais (Notarianni & Evans, 1992).

19.2.1. Microinjeção de DNA em Pronúcleo

Esta técnica consiste na microinjeção de genes, diretamente, no pronúcleo de um ovo recém fertilizado (Gordon *et al.*, 1980). Geralmente, múltiplas moléculas de DNA em tandem integram-se estavelmente no genoma do hospedeiro, em um único sítio de inserção (Jaenisch, 1988). Entretanto, nem sempre isto ocorre, por exemplo, Lacey *et al.* (1986) observaram que o vírus do papiloma de bovinos ou integrava-se, estavelmente, ao genoma de camundongos transgênicos ou mantinha-se como um epissomo, dependendo da estrutura do DNA injetado.

A maior vantagem deste procedimento é a eficiência em gerar linhas transgênicas que expressem o transgene de maneira correta. Entretanto, esta técnica é limitada, não podendo ser utilizada em embriões, em estágio mais avançado do desenvolvimento (Gordon, 1989). Outras limitações desta técnica são: rearranjos causados no genoma da célula microinjetada e introdução de várias cópias do transgene, originando animais com expressão variável do transgene (Gordon & Ruddle, 1981; Mahon *et al.*, 1988). Em animais domésticos, a proporção de indivíduos transgênicos, que se desenvolveram a partir de um ovo microinjetado, é menor do que aquela observada em camundongos. Isto ocorre devido a alguns fatores, tais como: difícil visualização dos pronúcleos, disponibilidade de ovos recém fertilizados, sincronismo dos animais receptores e doadores, idade do animal doador e número de ovos transferidos, entre outros (Martin & Pinkert, 1994).

A porcentagem de embriões injetados que desenvolveram-se em animais transgênicos varia de 1 a 3% em caprinos (Gavin, 1997), 0,3 a 4,0% em suínos (Pursel, 1997); 0,1 a 4,4% em ovinos e 0,7 a 3,2% em bovinos (Gagné *et al.*, 1997).

Em aves, a microinjeção diretamente no pronúcleo não é utilizada, pois os pronúcleos feminino e masculino são mascarados pelo citoplasma opaco e, também, é difícil distinguir o pronúcleo masculino, que irá contribuir para a formação do zigoto, devido a presença de pronúcleos masculinos supranumerários. Não sendo possível injetar DNA, dentro do pronúcleo, injeta-se, então, no citoplasma próximo aos pronúcleos (Ginsburg & Eyal-Giladi, 1987). A expressão de DNA exógeno, injetado no citoplasma de ovos fecundados, foi verificada por Naito *et al.* (1991) e Sang & Perry (1989). Os genes injetados mostraram-se, todavia, epissomais e perderam-se, gradativamente. A produção de galinhas transgênicas, por microinjeção de DNA, no disco germinal de zigotos e posterior cultura, *ex vivo*, do embrião até a eclosão, foi obtida, logo a seguir, por Love *et al.* (1994) e Naito *et al.* (1994). Estes trabalhos demonstraram transmissão estável do DNA exógeno para a progênie, mas com baixa eficiência (menos de 1% dos embriões injetados apresentaram o DNA exógeno).

Para aumentar a taxa de transgenese em espécies superiores, muitas técnicas tem sido desenvolvidas visando melhorar a integração dos transgenes, tais como: bombardeamento de partículas (Ribeiro *et al.*, 1999; Zelenin *et al.*, 1997), inserção por retrovírus (Kim *et al.*, 1993), espermatozoides como vetores (Gagné *et al.*, 1991) e células embrionárias indiferenciadas (Cherny *et al.*, 1994). Cada técnica tem suas vantagens em comparação com a microinjeção pronuclear, no entanto, nenhum método tem demonstrado sua habilidade em produzir bovinos transgênicos (Menck *et al.* 1998).

19.2.2. Infecção por Retrovírus

Genes exógenos podem ser inseridos no genoma de retrovírus e, estes podem ser, então, utilizados como vetores de DNA. Ao contrário da técnica de microinjeção de DNA em pronúcleos, os retrovírus integram o gene exógeno, por um mecanismo precisamente definido, no genoma da célula hospedeira. Somente uma cópia do vírus é inserida em determinado sítio do cromossomo e nenhum rearranjo no genoma é induzido, exceto para uma pequena duplicação de uma seqüência do genoma no sítio de integração (Jaenisch, 1988; Menck, 1998). A infecção por retrovírus pode ocorrer por exposição das células a alta concentração do vírus, por co-cultura em monocamada de células infectadas com o retrovírus ou, no caso de aves, pela microinjeção do retrovírus diretamente no blastodisco (Pursel & Rexroad, 1993).

A principal vantagem do uso de vetores retrovirais, para transferir genes em animais, é a facilidade de se introduzirem vírus em embriões em vários estádios do desenvolvimento. No entanto, o tamanho do DNA a ser introduzido é limitado (menos de 6 Kb) e, geralmente, pode apresentar problemas de expressão do gene, devido à alta instabilidade de tais vetores. Outras desvantagens desta técnica são: difícil manipulação dos retrovírus; o animal resultante é um mosaico, sendo necessários, portanto, cruzamentos, para a obtenção de uma linhagem transgênica pura e a eficiência de transformação das células germinativas é baixa (Jaenisch, 1988; Pursel & Rexroad, 1993).

Em aves, a transferência de genes para linhagens germinativas tem sido obtida por infecção de retrovírus replicação-defectiva ou replicação-competente em embriões, logo após a postura dos ovos (Bosselman *et al.*, 1989; Briskin *et al.*, 1991; Hughes *et al.*, 1986; Salter & Crittenden, 1989; Salter *et al.*, 1987, 1993 e Shuman & Shoffner, 1986), em óvulos não fecundados (Shuman & Shoffner, 1986) ou em células germinativas primordiais (Vick *et al.*, 1993). Embora tais vetores retrovirais sejam apontados como a melhor técnica para a produção de galinhas transgênicas, ocorrem algumas desvantagens. Primeira: a proporção de embriões, oriundos de ovos infectados com vírus, que transmitem o DNA exógeno para as suas progênes é relativamente baixa. Segunda: centenas ou milhares de ovos devem ser inoculados e um número similar de progênes deve ser examinado, quanto à presença do transgene, para identificar uma galinha transgênica. Terceira: vírus replicação-competente provocam viremia crônica, enquanto que vírus replicação-deficiente são difíceis de se propagarem eficientemente. Quarta: o tamanho do gene a ser introduzido, no vetor retroviral, é limitado para cerca de 2 kb para vírus replicação-competente e cerca de 6 kb para vírus replicação-deficiente. Vetores retrovirais, no entanto, permanecem muito atrativos, pois integram somente uma cópia do DNA exógeno no genoma da célula infectada (Etches, 1996).

Alguns dos problemas associados com a infecção por retrovírus já foram eliminados com a utilização da técnica denominada virofecção. Esta, consiste na co-transfecção de dois plasmídeos, um dos quais possui somente o DNA exógeno e o outro, os genes que codificam para as proteínas necessárias para a replicação e integração do vetor. Neste sistema, não são produzidas moléculas de RNA do vírus e, portanto, não há a formação de novas partículas virais (Flamant *et al.*, 1994). Este procedimento mostrou um grande potencial para a introdução de modificações genéticas em células da blastoderme de embriões de galinha, sem a produção de vírus infecciosos (Flamant *et al.*, 1994).

19.2.3. Células Embrionárias Indiferenciadas (“Embryonic Stem Cells - ES”)

Concomitantemente com o desenvolvimento das técnicas de microinjeção e infecção por retrovírus, foram realizados estudos para estabelecer linhagens celulares, que pudessem participar da formação de animais quiméricos, colonizando as células germinativas. As células embrionárias indiferenciadas (ES) são estabelecidas *in vitro*, a partir do cultivo de células oriundas do botão embrionário de embriões em estágio de blastocisto. Estas células mantêm sua característica de pluripotência e conservam seu cariótipo normal, quando em cultura (Wagner *et al.*, 1985). Genes podem ser eficientemente introduzidos nestas células por transferência direta de DNA ou por meio de retrovírus (Jaenisch, 1988). Quando injetadas em um blastocisto hospedeiro, as células ES transformadas podem colonizar o embrião e contribuir para a formação da linhagem germinativa, originando um animal quimérico para o gene exógeno (Robertson *et al.*, 1986). A possibilidade de seleção prévia, *in vitro*, de um genótipo particular, antes da introdução das células no embrião, constitui o maior benefício desta técnica. Ademais, este método permite inserção sítio-específica do transgene, por meio de recombinação homóloga (Capecchi, 1989). No entanto, a grande desvantagem para a produção de animais transgênicos, é que não se pode prever o destino das células ES e, estas podem não originar as células germinativas. Outro fator importante, é que os animais produzidos são quiméricos e, como no caso da infecção por retrovírus, são necessários cruzamentos para a obtenção de uma linhagem transgênica pura (Gordon, 1989; Pursel & Rexroad, 1993).

Em animais domésticos, células ES foram desenvolvidas em bovinos (Niemann, 1998), suínos e ovinos (Notarianni *et al.*, 1991), no entanto, nenhuma destas células contribuíram para a formação da linhagem germinativa. Em porcos, quimeras foram gerados através da injeção de células ES ou células germinativas primordiais (PGC = progenitores de oócitos e espermatozoides). Bovinos quiméricos também foram obtidos com células ES, no entanto, nenhuma célula germinativa continha o transgene. Camundongos são, ainda, os únicos animais transgênicos derivados de células embrionárias indiferenciadas (Donovan *et al.*, 1997).

19.2.4. Espermatozóides como Vetores

Espermatozóides podem ser utilizados, como vetores, para a introdução de genes exógenos no núcleo de ovócitos, no momento da fecundação. Camundongos e suínos transgênicos foram produzidos, a partir da incubação dos espermatozóides, em um meio contendo o DNA exógeno, e com a subsequente utilização destes espermatozóides para a fecundação *in vitro* (Lavitrano *et al.*, 1989) ou inseminação no oviduto (Lauria & Gandolfi, 1993). Trabalhos adicionais demonstraram a presença de genes exógenos em embriões, feto e animais adultos de coelho (Rottmann *et al.*, 1996), bovinos (Gagné *et al.*, 1991; Rottmann *et al.*, 1996; Sperandio *et al.*, 1996), suínos (Sperandio *et al.*, 1996) e galinhas (Nakanishi & Iritani, 1993; Rottmann *et al.*, 1992; Squires & Drake, 1993). No entanto, a integração estável dos genes exógenos no genoma de animais adultos é um evento raro e a eficiência de produção de animais transgênicos é baixa (Pursel & Rexroad, 1993; Squires & Drake, 1993). Evidências sugerem que mudanças na molécula de DNA ocorrem principalmente dentro dos oócitos, representando um passo limitante na produção de animais transgênicos, utilizando espermatozóides como vetores de DNA (Gandolfi, 1998).

19.2.5. Biolística

A biolística é um método físico para a introdução de ácidos nucleicos e outras substâncias no interior de células e tecidos intactos, pela aceleração de micropartículas de metal a alta velocidade. Este processo tem sido descrito de diferentes formas e denominado de várias maneiras: bombardeamento de partículas, bombardeamento de micropartículas, aceleração de partículas, biobalística, "gene gun", entre outros. Os inventores deste processo, para uniformizar os diferentes termos e aparatos associados ao disparo de materiais biológicos no interior de células-alvos, denominaram-no biolística (Sanford *et al.*, 1993).

O processo biolístico, inventado em 1984, por E. D. Wolf, N. K. Allen e J. C. Sanford, foi originalmente desenvolvido para introduzir genes exógenos, no genoma nuclear de plantas superiores (Klein *et al.*, 1987). Comparada com outras técnicas de transformação, a biolística pode ser considerada como o sistema que demonstra a menor especificidade quanto uso de genótipos, permitindo trabalhar com espécies antes julgadas de difícil transformação. Apresenta ainda outras vantagens como: bombardeamento simultâneo de muitas células, liberação de altas doses de DNA, co-transformação com dois ou mais plasmídeos, independência quanto ao uso de protocolos específicos de cultura de tecidos e relativa praticabilidade e eficiência da técnica (Klein *et al.*, 1992; Sanford *et al.*, 1993).

Há muitas formas de aceleração de partículas microscópicas a velocidade altas, como é exigido pelo processo biolístico. Dos vários métodos de aceleração, o que tem-se mostrado mais eficiente é o de aceleração de micropartículas na superfície de um carreador macroscópico ou macrocarreador. O macrocarreador, em todos os métodos, é impulsionado por uma onda de choque. Esta onda pode resultar de: explosão química, explosão elétrica de uma gota d'água, descarga de ar comprimido e choque de gás hélio ou de nitrogênio, gerado pelo mecanismo de ruptura de membrana. O macrocarreador pode ser qualquer objeto pequeno, cuja superfície frontal possa carregar micropartículas e, cuja superfície oposta apresente integridade coesiva bastante, para absorver a energia da onda de choque e suportar aceleração súbita seguida de desaceleração abrupta (Sanford *et al.*, 1993).

O primeiro equipamento desenvolvido utilizava pólvora para acelerar as micropartículas de metal. Estas micropartículas, cobertas de DNA, são colocadas em um macrocarreador de náilon, que é acelerado, dentro de um tubo, pela explosão da pólvora, até atingir um anteparo de impacto. Somente as micropartículas continuam sua trajetória, por uma pequena abertura no anteparo, até atingirem o tecido-alvo (Klein *et al.*, 1987). Todo esse processo ocorre, dentro de uma câmara, sob vácuo parcial. Este modelo básico não permite o controle da velocidade das partículas e, devido às variações na quantidade de pólvora, que acelera o macrocarreador, apresenta alto grau de variabilidade em cada bombardeamento. Este sistema causa também dano apreciável ao tecido-alvo, devido principalmente à onda de choque e ao choque acústico. O uso de peneiras, entre o anteparo de impacto e o tecido, minimiza o dano às células e melhora o perfil de distribuição das partículas (Russel *et al.*, 1992).

Sanford *et al.* (1991) desenvolveram um sistema de bombardeamento, onde uma pressão controlada de gás hélio acelera uma membrana de plástico carregada de partículas (membrana carreadora). Após percorrer curta distância, a membrana carreadora é desacelerada, pelo impacto em uma tela fixa (tela de retenção) e somente as partículas continuam o seu percurso, até atingirem o explante-alvo, sob vácuo parcial. A pressão é controlada por um disco de ruptura, que pode apresentar diferentes espessuras, de acordo com a pressão desejada. A distância, entre o disco de ruptura e a membrana carreadora, pode ser modificada, permitindo variar a velocidade das partículas, conforme o tipo de tecido-alvo a ser utilizado.

O primeiro trabalho de transferência de genes em animais, utilizando a biolística, surgiu em 1989, onde uma linhagem de células de camundongos foi transformada com o gene *neo*, que confere resistência ao antibiótico geneticina (Zelenin *et al.*, 1989). Desde então, a biolística tem sido utilizada para a transformação de células em cultura, de órgãos isolados e de tecidos de animais vivos (Johnston *et al.*, 1991; Yang *et al.*, 1990 e Zelenin *et al.*, 1991). As aplicações potenciais desta técnica são: análise da expressão de genes e promotores tecidos-específicos, terapia e imunização genéticas e, produção de células e animais transgênicos (Klein & Fitzpatrick-McElligott, 1993).

A utilização da biolística para a produção de animais transgênicos foi demonstrada por Li *et al.* (1995), onde células germinativas primordiais de embriões de galinhas foram bombardeadas com os genes *neo* e o da ovalbumina. Foi detectada a presença dos genes exógenos nos espermatozoides dos frangos nascidos. Estes foram cruzados com galinhas normais e, dos 45 indivíduos G1 nascidos, 10 apresentavam o transgene (22%). Na maioria dos casos, o DNA exógeno desapareceu da prole G1, quando seus indivíduos alcançaram a maturidade sexual, sugerindo que, nestes casos, não houve integração e a transmissão do transgene foi epissomal. Dois outros trabalhos demonstraram a aplicação da biolística em embriões de galinha dentro do próprio ovo (Muramatsu *et al.*, 1997; Ribeiro *et al.*, 1999).

19.3. Utilização dos Animais Transgênicos

As técnicas de transgênese em animais foram desenvolvidas e otimizadas, visando basicamente quatro principais linhas de pesquisa:

- ▶ o estudo da regulação e expressão gênica;
- ▶ a utilização de animais transgênicos como biorreatores;
- ▶ a geração de modelos animais para estudos biomédicos;
- ▶ a introdução de novas características genéticas importantes economicamente.

19.3.1. Estudo da Regulação e Expressão Gênica

Animais transgênicos têm sido amplamente utilizados para a elucidação dos mecanismos moleculares que controlam a expressão e a regulação de diversos genes, durante o desenvolvimento fetal e tecidos adultos. Por exemplo, elementos regulatórios dentro de introns foram descobertos utilizando-se técnicas de transgênese em animais (Brinster *et al.*, 1988; Palmiter *et al.*, 1991); promotores, "enhancers" (amplificadores) e elementos silenciadores de vários genes têm sido identificados e caracterizados e; uma variedade de promotores que controlam a expressão de genes tecido-específicos (por exemplo, em rim, fígado, cérebro, sangue e glândula mamária) são, atualmente, utilizados para direcionar a síntese de proteínas em um tecido de interesse (Dziadek, 1996). Outra grande aplicação da transgenia animal encontra-se na área de biologia do desenvolvimento, onde tem sido possível estudar e construir mapas detalhados de genes envolvidos no desenvolvimento embrionário de uma variedade de espécies (Babinet, 1997).

19.3.2. Utilização de Animais Transgênicos como Biorreatores

A possibilidade de animais transgênicos expressarem proteínas em determinados órgãos, utilizando-se promotores tecido-específicos, torna-os viáveis como biorreatores de proteínas de importância biomédica (Khillan, 1997). Animais domésticos podem servir como biofábricas para a produção em larga escala de proteínas expressas no sangue ou no leite. O isolamento de proteínas expressas nos fluidos (sangue e leite) tem vantagem sobre os tecidos, pois os fluidos são constantemente produzidos e as proteínas são fáceis de recuperar.

Swanson *et al.* (1992) produziram porcos transgênicos para o gene da β -globina humana sob o controle do promotor do gene da β -globina de suínos e, estes expressaram de moderado a altos níveis da β -globina humana no sangue. Entretanto, a expressão de proteínas recombinantes circulantes no sangue mostrou-se prejudicial para a saúde do animal. Desta forma, glândulas mamárias passaram a ser utilizadas, devido a algumas vantagens como: as proteínas do leite não circulam no corpo do animal, o leite poder ser coletado em grandes quantidades e proteínas como κ -caseína e β -lactoglobulina são expressas abundante e exclusivamente na glândula mamária (Khillan, 1997). Assim, proteínas heterólogas podem ser expressas nas glândulas mamárias, clonando-as em vetores que contenham promotores e elementos regulatórios de genes que codificam para proteínas do leite, como a κ -caseína e a β -lactoglobulina (Wilmot *et al.*, 1991).

Diversos trabalhos com ovinos, caprinos e suínos transgênicos têm sido realizados, utilizando-os como biorreatores de proteínas expressas no leite. Por exemplo, o fator IX do coágulo de sangue humano (Clark *et al.*, 1989) e α 1 antitripsina (Wright & Colman, 1997) foram produzidos no leite de ovelhas transgênicas; o ativador de plasminogênio humano ativo biologicamente, no leite de cabras transgênicas (Ebert *et al.*, 1991); e a proteína C com atividade anticoagulante e a hemoglobina humana, no leite de suínos transgênicos (Sharma *et al.*, 1994; Velandar *et al.*, 1992). No entanto, os níveis de produção destas proteínas foram geralmente muito baixos e variáveis. Desta forma, pesquisas adicionais, para compreender os mecanismos responsáveis pelas variações na produção de proteínas recombinantes são necessárias, antes de utilizar animais transgênicos como biorreatores na indústria biotecnológica (Clark *et al.*, 1998; Khillan, 1997).

19.3.3. Geração de Modelos Animais para Estudos Biomédicos

Animais transgênicos também podem ser utilizados para estudar o mecanismo molecular que contribui para a patologia de doenças humanas, assim como, para testar agentes terapêuticos que ou evitem o início da doença, ou diminuam seu progresso ou reduza os sintomas. Camundongos tem sido mais frequentemente utilizados como modelo animal para um grande número de doenças humanas, entre elas: fibrose cística, arteriosclerose, osteogênese imperfeita, β -talassemia, obesidade, AIDS entre outras (Lowell, 1997; McLachlan & Porteous, 1997; Miller & Rubin, 1997; Dziadek, 1996).

A transgenia em animais também tem sido aplicada na pesquisa de câncer. Uma variedade de oncogenes de origem viral e celular tem sido identificados como causadores de câncer em camundongos transgênicos (Clarke, 1994). Animais transgênicos, portanto, tem se mostrado uma fonte alternativa para a elucidação da influência da genética, fisiologia e ambiente no desenvolvimento do câncer (Kemp, 1997).

Uma outra aplicação, dentro da área de pesquisas aplicadas à saúde humana, é a utilização de animais transgênicos doadores de órgãos, que expressem fatores de inibição à rejeição. Camundongos e suínos transgênicos tem sido engenheirados para expressarem altos níveis de fatores de inibição, na superfície do endotélio de vasos e capilares sanguíneos (Fodor *et al.*, 1994) e, no caso de suínos, servirem como doadores de órgãos para humanos (xenotransplante) (Platt & Logan, 1997).

19.3.4. Introdução de Novas Características Genéticas Importantes Economicamente

O objetivo nesta área é a produção de animais transgênicos que apresentem características de importância comercial, tais como: maior eficiência na conversão alimentar, maior quantidade de proteína na carne, maior taxa de crescimento corporal, maior produção de carcaça e resistência à doenças (Dziadek, 1996).

Os primeiros experimentos, visando o aumento da taxa de crescimento corporal, foram realizados em suínos (Pursel *et al.*, 1989). Suínos transgênicos foram obtidos para os genes do hormônio do crescimento de bovino (GH) e o do fator liberador do hormônio do crescimento (GHRF). No entanto, efeitos negativos foram observados nestes animais como: reduzida performance reprodutiva, artrite, ulcera gástrica, dermatite, doenças renais e morte prematura (Pursel *et al.*, 1989). Estudos posteriores foram realizados em porcos, ovelhas, gado e peixes transgênicos, utilizando o gene do hormônio do crescimento. No entanto, todos os trabalhos mostraram um limite na manipulação fisiológica destes animais, já previamente selecionados para alta produção. Nenhum dos animais tiveram um aumento significativo no peso corporal, mesmo tendo sido encontrado altos níveis do hormônio do crescimento circulante (nas ovelhas alcançando 3000 ng/ml no sangue). Apesar do grande interesse em produzir animais com maior taxa de crescimento corporal e rendimento de carcaça, existem somente poucos trabalhos sobre a regulação do crescimento de animais pela manipulação do hormônio do crescimento (Ward, 1997).

Outra estratégia potencial para o uso da transgenia em animais é a possibilidade de se alterar a composição do leite, aumentando, por exemplo, a quantidade de proteínas como a κ -caseína. Modificações significativas na composição do leite foram obtidas principalmente camundongos, onde grande quantidade de proteínas heterologas foram expressas no leite. Entretanto, muitos estudos ainda são necessários antes de utilizar animais domésticos transgênicos produzindo diferentes tipos de leite (Mercier & Vilotte, 1997).

Animais transgênicos também têm sido gerados, visando a modificação da estrutura de fibras têxteis, tais como lã e cashmere. O crescimento da lã depende do nível de cisteína, um aminoácido que não é normalmente sintetizado por células animais mas que pode ser obtido na dieta alimentar. Ward *et al.* (1994) transformaram camundongos com dois genes de bactérias, codificadores de proteínas importantes envolvidas na biossíntese da cisteína, e observaram a expressão destas proteínas no trato intestinal. Métodos similares foram tentados em ovinos, mas nenhum animal transgênico que expressasse estas enzimas no intestino foi produzido (Dziadek, 1996). Damak *et al.* (1996), utilizando o gene do fator de crescimento como insulina 1 (IGF1), com o objetivo de afetar o metabolismo folicular e, portanto, a produção de lã, produziram ovelhas transgênicas. Os resultados mostraram um aumento de 6% na produção de lã nos animais transgênicos e nenhuma modificação das características da fibra. Este foi o primeiro trabalho aumentando uma característica de produção, por engenharia genética, sem efeitos deletérios na saúde ou reprodução.

Por fim, uma outra aplicação das técnicas de transgenese é a produção de animais transgênicos resistentes à doenças. O custo com doenças tem sido estimado em cerca de

10 a 20% dos custos de produção total (Muller *et al.* 1997). Historicamente, o controle ou a eliminação de agentes infecciosos em animais domésticos depende do uso de vacinas e drogas, período de quarentena e erradicação. Métodos utilizando transferência de genes tem se tornado atrativo, visto que programas de melhoramento convencional através de seleção têm muitos problemas e são mais demorados. Estratégias de imunização baseada na transferência de DNA têm por objetivo expressar, estavelmente ou transitoriamente, componentes que forneçam ou influenciem o mecanismo de defesa do hospedeiro contra patógenos infecciosos (Muller *et al.* 1997).

Diferentes genes, que conferem resistência a doenças genéticas, já foram identificados e clonados (Crittenden & Salter, 1990). O gene Mx1 de camundongos, por exemplo, que confere resistência seletiva ao vírus da influenza, tem sido utilizado em homens, bovinos, suínos e ratos (Müller & Brem, 1991). A proteína Mx1 inibe o acúmulo de RNAm do vírus e, portanto, animais transgênicos portadores deste gene são resistentes à influenza. Este tipo de translinea é denominada imunização intracelular (Meie & Arnheiter, 1997).

Uma outra alternativa, dentro de técnicas de resistência a doenças, é a utilização de RNA antisense. Esta técnica envolvendo animais transgênicos é limitada (Han & Wagner, 1997). O princípio desta técnica consiste na hibridização do RNA antisense com o RNAm complementar alvo, inibindo a produção de produtos gênicos deletérios (Han & Wagner, 1997). O RNA antisense pode atuar de várias maneiras: 1) impedindo o processamento do RNAm; 2) aumentando a sensibilidade do RNAm à dsRNA ribonuclease; 3) bloqueando a tradução do RNAm no ribossomo; 4) inibindo a exportação de RNAm do núcleo; 5) modificando uma única base do RNAm. O primeiro estudo utilizando RNA antisense foi realizado em camundongos, visando a inibição da replicação do vírus da leucemia (Han *et al.*, 1991). Os resultados mostraram que todos os camundongos transgênicos que expressaram RNA antisense não apresentaram os sintomas da leucemia, enquanto nos camundongos controles, alguns morreram e outros apresentaram diferentes estágios da doença. Outro estudo foi realizado em coelhos contra o adenovírus h5 (Ah5), mas esta técnica é ainda limitada em animais domésticos deletérios (Han & Wagner, 1997).

19.4. Legislação Brasileira de Biossegurança

Os recentes avanços biotecnológicos que nos permitiu de criar animais geneticamente modificados geraram a necessidade da elaboração de leis regulatórias sobre a produção de animais transgênicos. Os riscos potenciais para o ambiente devem ser levados em consideração. No caso dos animais domésticos existe um consenso que as modificações feitas pela transgene são de baixo risco, entretanto para os outros animais, o risco ecológico potencial tem que ser avaliado. Os organismos governamentais devem estar implicados tanto na criação dos mecanismos de regulação, quanto os das suas aplicações.

Em 20 de dezembro de 1995, o governo brasileiro, através do decreto Nº 1.752 regulamentou a lei Nº 8.974 que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização para o uso das técnicas de engenharia genética na construção, cultivo, manipulação, transporte e liberação no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) com o objetivo de proteger a vida e a saúde do homem, dos animais e das plantas, bem como o meio ambiente. Além de criar a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e dispor sobre sua vinculação, competência e composição.

Todos os textos legais referentes a biossegurança no Brasil tais como leis e decretos federais, resoluções ministeriais, além das instruções normativas estabelecidas pela CTNBio estão reunidos na *site* desta comissão (<http://www.mct.gov.br/ctnbiotec/Default.htm>).

A CTNBio estabeleceu duas instruções normativas (Nº 12 e 13) com normas e apêndices para trabalho em contenção e importação com Animais Geneticamente Modificados (AnGMs) que transcrevemos abaixo⁶:

Estas instruções normativas são satisfatórias neste momento, entretanto a CTNBio se reserva o direito de propor modificações ou a criação de novas instruções caso o trabalho com AnGMs apresente riscos particulares ou não tenha sido previsto pelo conhecimento científico atual. Para a liberação planejada no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados existe uma Instrução Normativa (Nº 3) e de como proceder a caso aconteça liberação acidental.. No entanto no Brasil, os trabalhos com AnGMs são feitos em regime de contenção e até o momento não foi pedida autorização para liberação no meio ambiente ou relatado algum acidente.

19.4.1. Instrução Normativa Nº 12

Instrução Normativa Nº 12, publicada no Diário Oficial da União - DOU - Nº 100-E, de 28 de maio de 1998, Seção 1, Páginas 10-12.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, no uso de suas atribuições legais e regulamentares, resolve:

Art. 1º O Trabalho em Contenção com Animais Geneticamente Modificados - AnGMs obedecerá às normas constantes do Anexo da presente Instrução Normativa.

Art. 2º A presente Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Luiz Antonio Barreto de Castro

Presidente da CTNBio

ANEXO

NORMAS PARA TRABALHO EM CONTENÇÃO COM ANIMAIS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Escopo

Estas normas aplicam-se ao trabalho em contenção com animais geneticamente modificados (AnGMs). Microrganismos e plantas geneticamente modificados bem como a manipulação genética de seres humanos são tratados em regulamentação específica.

A utilização de animais em experimentos que envolvam inoculação de ácido nucléico (ex: vacinas de DNA ou terapia gênica) será tratada em regulamentação específica.

⁶ Texto livre.

Definições

Para efeito destas normas, salvo se indicado diferentemente, certos termos serão definidos da seguinte maneira:

- ▶ AnGM: Animal geneticamente modificado é todo aquele que tenha ácido nucléico exógeno intencionalmente incorporado no genoma de suas células germinativas ou somáticas.
- ▶ CQB: Certificado de Qualidade em Biossegurança.
- ▶ CIBio: Comissão Interna de Biossegurança.
- ▶ CTNBio: Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.
- ▶ NB-A: Nível de contenção necessário para permitir o trabalho com o animal geneticamente modificado.
- ▶ Trabalho em contenção: Atividade com o animal geneticamente modificado que não permita o escape ou liberação para o meio ambiente.
- ▶ Níveis de Biossegurança: Os AnGMs serão classificados como de níveis de biossegurança 1, 2, 3 ou 4.
- ▶ Grupo de Risco: AnGMs do Grupo I são os AnGMs de nível de biossegurança 1 e AnGMs do Grupo II são os AnGMs de níveis de biossegurança 2, 3 ou 4.

Aplicação das Normas

Estas normas aplicam-se ao trabalho de pesquisa, produção, desenvolvimento tecnológico, ensino e controle de qualidade que utilizem animais geneticamente modificados, em regime de contenção, realizado no território nacional.

Estas normas não se aplicam à liberação planejada do animal geneticamente modificado no meio ambiente, que obedece à norma específica (Instrução Normativa nº 3, publicada no DOU nº 221, de 13 de novembro de 1996, Seção 1, páginas 23691-23694).

As dúvidas sobre a aplicação destas normas devem ser dirimidas junto à CIBio a qual, conforme o caso, solicitará esclarecimentos à CTNBio.

Qualquer que seja o grupo do animal, a instituição deverá requerer à CTNBio extensão de seu CQB para biotérios. No caso de NB-A1 para trabalho em regime de contenção com AnGMs do Grupo I a própria CIBio da instituição poderá autorizar o início de operação do biotério e enviar à CTNBio a planta do mesmo e suas normas de funcionamento em seu relatório anual. Nos casos de NB-A2, NB-A3 ou NB-A4, para trabalho em regime de contenção com AnGMs do Grupo II, a CTNBio realizará visita técnica para aprovação do mesmo.

Procedimentos

Responsabilidades a serem cumpridas:

- ▶ O responsável legal da entidade e a CIBio ficam encarregados de garantir o fiel cumprimento destas normas no que diz respeito ao trabalho em contenção com animais geneticamente modificados.
- ▶ Instituições que desejarem trabalhar com AnGMs de qualquer Grupo deverão possuir, na sua CIBio, pesquisador com experiência comprovada na manipulação de animais geneticamente modificados.

- ▶ O Pesquisador Principal garantirá o cumprimento destas normas, em conformidade com o CQB e sob supervisão da CIBio. Ele assegurará que todas as pessoas envolvidas no trabalho sejam conscientizadas dos riscos envolvidos e que sejam devidamente treinadas para o cumprimento destas normas.
- ▶ É de responsabilidade da CIBio e de seus membros providenciar para que a CTNBio seja avisada, em qualquer eventualidade, do não cumprimento destas normas.

Liberação Acidental De Animais Geneticamente Modificados No Meio Ambiente

Todas as atividades com animais geneticamente modificados em regime de contenção devem ser planejadas e executadas de acordo com estas normas, de modo a evitar a ocorrência de liberação acidental.

Todo animal geneticamente modificado deverá possuir um marcador genético capaz de, ao ensaio de seu DNA, identificá-lo dentre uma população de animais da mesma espécie. Sempre que possível, animais geneticamente modificados deverão ter marcas permanentes, capazes de identificá-los à inspeção macroscópica.

A ocorrência, entretanto, de qualquer liberação acidental de animal geneticamente modificado, deverá ser imediatamente comunicada à CIBio e à CTNBio, anexando-se relatório das ações corretivas já tomadas e os nomes das pessoas e autoridades que tenham sido notificadas.

O comunicado de tal ocorrência à CTNBio não isenta o proponente de qualquer outra obrigação que possa ter, à luz da legislação ordinária ou estatutos, e de informar as autoridades competentes ou às pessoas que possam ser afetadas.

Apresentação de Propostas

Para qualquer atividade com animais geneticamente modificados classificados como AnGMs do Grupo I ou AnGMs do Grupo II (ver definições abaixo), o Pesquisador Principal deverá encaminhar à CIBio de sua instituição informações detalhadas de acordo com o Modelo para Petição constante do Apêndice desta norma. No caso de AnGMs do Grupo I, a autorização será concedida pela CIBio que, por sua vez, encaminhará informações relativas a essas atividades em seu relatório anual a ser enviado à CTNBio. Caso julgue necessário ou apropriado, a CIBio poderá, a seu critério, solicitar parecer conclusivo da CTNBio sobre autorização para trabalhos com AnGMs do Grupo I.

Para qualquer atividade com AnGMs do Grupo II, o Pesquisador principal submeterá uma proposta escrita à CIBio, que encaminhará o pedido à CTNBio, utilizando o Modelo para Petição constante do Apêndice desta norma. A Secretaria Executiva da CTNBio comunicará à CIBio a decisão da CTNBio.

Uma nova proposta deverá ser apresentada para apreciação da CTNBio sempre que houver alteração no organismo utilizado ou nas condições experimentais.

Trabalhos com AnGMs do Grupo II somente poderão ser desenvolvidos após análise da proposta e autorização pela CTNBio.

A Secretária Executiva estará disponível para esclarecimentos a respeito de qualquer assunto relacionado a estas normas.

Classificação dos AnGMS quanto ao nível de biossegurança

AnGM de Nível de Biossegurança 1: São considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 1 aqueles que, após as manipulações genéticas sofridas, não tiverem alteradas suas características de transmissibilidade de doenças para outras espécies vegetais ou animais, incluindo seres humanos, ou que não apresentarem vantagens seletivas quando liberados no meio ambiente. Animais que, após manipulação genética, passem a conter genoma, ainda que completo, de vírus não levam à doenças infecciosas transmissíveis, serão considerados como de Nível de Biossegurança 1.

AnGM de Nível de Biossegurança 2: São considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 2 aqueles que, após manipulação genética, passem a expressar substâncias sabidamente tóxicas para animais, incluindo o homem, ou vegetais e que, para tais toxinas, existam formas efetivas de prevenção ou tratamento. Também são considerados como de Nível de Biossegurança 2 animais que, após manipulação genética, contenham mais de 75% do genoma de vírus manipulados em Nível de Biossegurança 1 (Instrução Normativa nº 7, publicada no DOU nº 133, de 09 de junho de 1997, Seção 3, páginas 11827-11833), capazes de levar a doenças infecciosas transmissíveis. São ainda considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 2 aqueles que, após manipulação genética, possam ser susceptíveis à infecções que normalmente não ocorram na espécie equivalente (possibilidade de quebra da barreira entre espécies).

AnGM de Nível de Biossegurança 3: São considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 3 aqueles que após a manipulação genética, contenham mais de 75% do genoma de vírus manipulados em Nível de Biossegurança 2 ou 3 (Instrução Normativa nº 7, publicada no DOU nº 133, de 09 de junho de 1997, Seção 3, páginas 11827-11833). Também são considerados como animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 3 aqueles que, após manipulação genética, passem a ser considerados mais aptos à sobrevivência no meio ambiente que os equivalentes não geneticamente modificados.

AnGM de Nível de Biossegurança 4: São considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 4 aqueles que, após manipulação genética, contenham mais de 75% do genoma de vírus manipulados em Nível de Biossegurança 4 (Instrução Normativa nº 7, publicada no DOU nº 133, de 09 de junho de 1997, Seção 3, páginas 11827-11833). São também considerados animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 4 aqueles que, após manipulação genética, passem a expressar substâncias sabidamente tóxicas para animais, incluindo seres humano, ou vegetais e que, para tais toxinas, não existam formas efetivas de prevenção ou tratamento.

Classificação dos AnGMS Quanto ao Grupo de Risco

AnGM do Grupo I: São considerados AnGMs do Grupo I os animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 1.

AnGM do Grupo II: São considerados AnGMs do Grupo II os animais geneticamente modificados de Níveis de Biossegurança 2, 3 ou 4.

Nível de Biossegurança para Trabalho com Animais Geneticamente Modificados (NB-A)

Existem 4 níveis de biossegurança para trabalho com animais geneticamente modificados. O nível de biossegurança do biotério e Salas de Experimentação deverá ser sempre igual ou maior do que o nível de biossegurança do animal geneticamente modificado a ser utilizado.

O credenciamento de biotérios e Salas de Experimentação NB-A1 será realizado pela CIBio da instituição interessada e deverá ser comunicado a CTNBio no seu relatório anual. O credenciamento de biotérios e Salas de Experimentação NB-A2, NB-A3 e NB-A4 será realizado pela CTNBio, após solicitação por parte da CIBio da instituição interessada. Para cada solicitação, a CTNBio deverá nomear um membro para emitir parecer técnico sobre a adequação as normas vigentes em relação ao Nível de Biossegurança do AnGM. Este membro da CTNBio poderá, se assim julgar necessário, sugerir medidas que não estejam previstas nesta Instrução Normativa. Para todos os níveis de segurança os biotérios deverão possuir, no mínimo, as seguintes características:

- ▶ A porta principal deverá estar sempre trancada. O acesso ao biotério deverá ser restrito às pessoas credenciadas, conforme determinado pela CIBio da Instituição.
- ▶ A construção do Biotério deverá ser de tal forma a facilitar limpeza e desinfecção e evitar o acúmulo de poeira.
- ▶ Animais de diferentes espécies e não envolvidos em um mesmo experimento deverão estar alojados em áreas fisicamente separadas.
- ▶ Todas as áreas que permitam ventilação deverão conter barreiras físicas para impedir a passagem de insetos e outros animais.

Biotério e Sala de Experimentação NB-A1:

Adequados para trabalho com animais geneticamente modificados de Nível de Biossegurança 1. Deverão ter as características mínimas descritas acima.

Todo material proveniente dos animais geneticamente modificados deverá ser descartado de forma a impossibilitar seu uso como alimento por outros animais, salvo o caso em que este seja o propósito do experimento, ou se especificamente autorizado pela CIBio, CTNBio ou outra instituição competente, se aplicável.

Toda manipulação deverá ser realizada de forma a evitar a liberação acidental do animal geneticamente modificado no meio ambiente.

Biotério e Sala de Experimentação NB-A2:

Adequados para trabalho com animais geneticamente modificados de Níveis de Biossegurança 1 e 2. Além das condições exigidas para NB-A1, as condições descritas abaixo também deverão ser obedecidas.

- ▶ O Presidente da CIBio deverá estabelecer normas para que apenas as pessoas autorizadas, qualificadas e cientes dos riscos inerentes aos experimentos tenham acesso ao biotério. Quando apropriado, estas pessoas deverão estar vacinadas contra os agentes infecciosos relacionados ao experimento.
 - ▶ É necessário que haja uma Ante-Sala entre a área de livre circulação e a área onde os animais estão alojados. Toda a forma de ventilação existente entre a área de circulação livre e a Ante-Sala e entre a Ante-Sala e a Sala dos Animais deverão possuir barreiras físicas que bloqueiem a passagem de insetos ou outros animais.
-

- ▶ Material contaminado deverá ser apropriadamente acondicionado conforme boas práticas laboratoriais para desinfecção, que poderá ocorrer fora do biotério.
- ▶ Agulhas, seringas ou qualquer outro instrumento que possa causar solução de continuidade da pele deverão ser acondicionados em recipientes resistentes até o momento da desinfecção.
- ▶ É obrigatórios o uso de máscara, gorro, luva, e protetores para os pés. Estes materiais deverão ser sempre descontaminados após o uso.

Biotério NB-A3:

Adequados para o trabalho com animais geneticamente modificados de Níveis de Biossegurança 1, 2 ou 3.

Além das condições exigidas para NB-A2, as condições descritas abaixo também deverão ser obedecidas:

- ▶ O biotério deverá conter, no mínimo, 4 áreas distintas: Ante-Sala, Sala de Materiais, Sala para Animais e Sala de Experimentação.
- ▶ O fluxo de ar deverá ocorrer sempre no sentido da Ante-Sala, Sala de Materiais e, finalmente, Sala para Animais e Sala de Experimentação. O ar insuflado deverá ser esterilizado. A saída de ar também deverá conter filtros esterilizantes para purificação do ar que sai da Sala dos Animais. As Salas dos Animais e de Experimentação deverão, necessariamente, conter pressão de ar negativa em relação à Sala anterior e jogar o ar, após filtragem, para o meio externo.
- ▶ O biotério deverá possuir sistema de controle automático de pressão atmosférica para detectar alterações na pressão atmosférica, sistema este capaz de acionar alarme para acusar o defeito.
- ▶ Os animais deverão ser sempre alojados em sistema de microisoladores (gaiolas com filtro de barragem para microrganismos).
- ▶ Os animais jamais deverão deixar as Salas apropriadas.
- ▶ Nenhum material biológico capaz de propagar o agente infeccioso poderá deixar o biotério antes de eliminada a viabilidade do agente infeccioso (por exemplo, a extração de ácidos nucléicos de órgãos ou células deverá ser realizada dentro do biotério).
- ▶ Todo o líquido efluente do biotério NB-A3 (pias, águas de bebedouros, ralos, autoclaves, etc.) deverá ser descontaminado antes de liberado no sistema de esgotamento sanitário, através do tratamento em caixas de contenção. Este procedimento deverá ser avaliado pela CIBio e aprovado pela CTNBio.
- ▶ Na Ante-Sala e na Sala de Material deverá existir pia e chuveiro, com torneiras que permitam acioná-los sem o uso das mãos. Não deverão existir pias, chuveiros ou qualquer ralo na Sala de Animais ou Sala de Experimentação, para reduzir a possibilidade de escape de material contaminado.
- ▶ A CIBio deverá determinar testes de segurança para permitir o transporte de qualquer material biológico proveniente dos animais para instalações com classificação inferior a NB-3.
- ▶ É necessário que exista a possibilidade de descontaminação de material dentro do biotério. Isto deverá ocorrer através da utilização de autoclave com porta dupla, uma abrindo pela Sala de Materiais e outra abrindo pela Sala de Animais ou Sala de Experimentação, se esta existir. Deverá existir um incinerador na Sala de Animais ou na Sala de Experimentação.

- ▶ Os animais deverão ser incinerados antes do descarte.
- ▶ Todas as superfícies deverão ser descontaminadas diariamente e sempre após o término de qualquer manipulação. Manipulações independentes em um mesmo dia necessitam descontaminações independentes.
- ▶ Nenhum material biológico, capaz de conter formas viáveis do agente infeccioso, deverá sair do biotério antes de ser descontaminado.
- ▶ É necessário que os usuários utilizem vestimenta apropriada (aventais, gorros, máscaras, sapatilhas e protetores de sapatos, luvas, etc), a ser trocada na Ante-Sala. Isto não corresponde a simplesmente utilizar avental sobre a roupa comum. Não é permitida a entrada ou saída de pessoal sem que ocorra troca de vestimenta. A vestimenta utilizada no biotério deverá ser autoclavada no próprio biotério antes de lavada ou de seu descarte.
- ▶ A CIBio deverá estipular um procedimento de emergência a ser tomado em caso de acidentes laboratoriais, de acordo com o risco dos agentes aos quais os usuários possam ter sido expostos. Dentro de cada Sala deverá haver um sistema de alarme capaz de acionar as medidas necessárias, sem que haja necessidade do usuário acidentado deixar o biotério sem seguir as normas de descontaminação, o que poderia aumentar a gravidade do acidente.
- ▶ Será exigida a obtenção de amostras de soro referência dos usuários antes do início dos trabalhos em ambiente NB-A3. A CIBio deverá propor um sistema de vigilância e monitoramento dos usuários para detecção de possíveis contaminações pelos agentes em uso.

Biotério NB-A4:

Adequado para o trabalho com animais geneticamente modificados de Níveis de Biossegurança 1, 2, 3 ou 4.

Além das condições exigidas para NB-A3, as condições descritas abaixo também deverão ser obedecidas.

- ▶ O prédio deverá ser uma construção isolada, não ligada a outro prédio. A área onde este prédio se localiza deverá ser patrulhada 24 horas por dia.
 - ▶ O acesso a esta área é absolutamente restrito a pessoal com comprovada experiência, certificada pela CIBio e aprovada pela CTNBio.
 - ▶ Deverá existir patrulhamento ininterrupto, a cargo da instituição, de forma a controlar não só o acesso ao biotério, mas também a áreas que dão acesso ao biotério. Somente pessoas credenciadas pela CIBio poderão transitar pela área de acesso ao biotério. É também necessária a presença, 24 horas ao dia, de vigilância a ser localizada próximo à porta de entrada do biotério. Além do sistema de acesso por cartão magnético ou códigos digitais, o vigilante deverá solicitar identificação institucional de cada usuário. Todas estas informações deverão ser registradas e arquivadas por um período mínimo igual a 5 vezes ao maior período de incubação das diferentes doenças que possam ser causadas pelos agentes infecciosos aos quais os usuários estão expostos.
 - ▶ O acesso ao biotério deverá ser controlado por um sistema que permita a identificação de cada usuário, bem como o horário e tempo de utilização do biotério. Todas as portas deverão permanecer sempre trancadas e sua abertura deverá ser controlada por uso de cartões magnéticos ou códigos digital.
 - ▶ O biotério deverá possuir, pelo menos, 6 áreas distintas:
-

- 1. Ante-Sala com pressão de ar negativa em relação à área de circulação e capacidade de esterilização do ambiente.
 - 2. Sala de Troca de Vestimenta com três divisões, sendo que um chuveiro fica na divisão central. Na primeira divisão (próxima à Ante-Sala), deverá haver armários individuais para o usuário guardar a roupa. Deverá também haver armários fechados para guardar as roupas a serem utilizadas pelos usuários. Na Sala do Chuveiro, deverá haver chuveiro, pia e capacidade de esterilização do ambiente. Pias e chuveiros deverão ser acionados por sistema independente do uso das mãos. Na terceira divisão deverá haver sacos para acondicionar a roupa já utilizada no laboratório, que deverá ser autoclavada antes de ser descartada.
 - 3. Sala de Materiais com pia e capacidade de esterilização do ambiente. Na Sala de Materiais deverá haver um autoclave para cada Sala de Animal, Sala de Experimentação e Sala de Necropsia existente no biotério, com porta dupla, uma abrindo para a Sala de Materiais e outra para as Salas de Animais, de Experimentação e de Necropsia.
 - 4. Sala de Animais com capacidade de esterilização do ambiente. A passagem entre a Sala de Materiais e a Sala de Animais deverá ser feita por porta dupla, com abertura automática, para que não haja necessidade do uso das mãos.
 - 5. Sala de Experimentação com capacidade de esterilização do ambiente e comunicação, por meio de porta dupla automática, com a Sala de Animais.
 - 6. Sala de Necropsia com incinerador.
- ▶ Não deverão existir pias, chuveiros ou qualquer ralo na Sala de Animais ou Sala de Experimentação, para evitar a possibilidade de escape de material contaminado.
- ▶ Todas as Salas deverão ter pressão de ar negativa em relação à Sala anterior, com sistema de fluxo não permitindo a volta de ar de uma Sala com material contaminado para áreas limpas. Deverá haver sistema de controle automático de pressão do ar, capaz de detectar alterações na pressão atmosférica e acionar sistema de alarme automático, que trave todas as portas do biotério.
- ▶ O sistema de filtração utilizado para exaustão de ar deverá possuir dupla barreira de filtração, sendo que, no caso de mal funcionamento de uma delas, a segunda será suficiente para liberar ar esterilizado.
- ▶ O sistema de ar deverá ser validado por firma com experiência comprovada.
- ▶ O sistema de alimentação de água deverá possuir mecanismos que impeçam o fluxo contrário de água. Todo o sistema de esgotamento sanitário da construção deverá ser independente, com sistema de descontaminação antes do descarte.
- ▶ Ao entrar no biotério o usuário deverá deixar a Ante-Sala e, na Sala de Troca, deixar a vestimenta na 1ª divisão e se vestir com as roupas apropriadas para o biotério (calças, camisas, jalecos, luvas, gorros, máscaras, sapatos e protetores de sapatos, etc) que se encontram esterilizadas. Para sair do biotério o usuário deverá deixar as roupas na Sala anterior à Sala do chuveiro, em recipiente próprio para descontaminação. Todo usuário deverá, obrigatoriamente, tomar banho antes de cada saída do biotério.
- ▶ Nas áreas onde se encontram os animais ou na Sala de Experimentação e na Sala de Necropsia, deverá haver contenção de 100% do ar circulante no ambiente NB-A4, em relação aos usuários. Isto poderá ser obtido por sistema de "linha da vida" ou uso de sistema de contenção total em linha. Assim, no espaço entre as portas que separam a Sala de Materiais e as Salas com ambiente NB-A4, deverá haver espaço para troca de vestimenta, no caso de utilização da "linha da vida". No caso de contenção em linha, a mesma vestimenta poderá ser utilizada.
- ▶ A entrada de qualquer material para as Salas de Animais deverá ser realizada, via autoclave de duas portas, ou o mesmo deverá ser esterilizado antes de sua entrada.

- ▶ O vigia responsável pelo patrulhamento da área de acesso ao biotério deverá estar apto a acionar o esquema de emergência, em caso de acidente, que será informado pelo usuário pelo sistema de alarme.
- ▶ Os animais deverão ser incinerados antes do descarte.
- ▶ Nenhum material biológico capaz de propagar o agente infeccioso poderá deixar o biotério. Qualquer experimento utilizando material biológico deverá ser realizado dentro da Sala de Experimentação.

Observação Importante

A CTNBio poderá, a qualquer momento, nomear uma Comissão Técnica para determinar se as normas aqui estabelecidas satisfazem os critérios de biossegurança para trabalho com animais geneticamente modificados que possam apresentar riscos particulares ou não previstos pelo conhecimento científico atual.

Apêndice

Requerimento para trabalho em contenção com animais geneticamente modificados (AnGMS)

Ilmo. Sr. Presidente da CTNBio/CIBio

- ▶ Nome do Representante Legal da Instituição/Unidade Operativa/Presidente da CIBio.
- ▶ Instituição e Endereço. Fax/Fone/E-mail.
- ▶ Número do CQB.
- ▶ Nome do Pesquisador Principal.

Vem requerer autorização para trabalho em contenção com animais geneticamente modificados (AnGMs), em cumprimento à Instrução Normativa nº 12/98.

- ▶ Informe a espécie do animal a ser geneticamente alterado.
 - ▶ Informe o procedimento de alteração genética a ser utilizado.
 - ▶ Informe se pretende estabelecer uma colônia com o AnGM.
 - ▶ Informe as características do material genético a ser inserido.
 - ▶ Descreva as atividades biológicas que adquiridas/perdidas pelo AnGM.
 - ▶ Informe a possibilidade de alteração nas características de patogenicidade do AnGM.
 - ▶ Informe a possibilidade do AnGM ganhar alguma vantagem seletiva sobre os correspondentes não modificados geneticamente, quando de um possível escape para o meio ambiente.
 - ▶ Informe a possibilidade de risco de transmissão de doenças para outros animais, incluindo seres humanos, ou vegetais.
 - ▶ Informe se o AnGM passará a expressar alguma proteína com potencial sabidamente tóxico. Se positivo, informe se existe ou não forma de tratamento.
 - ▶ Procure subsidiar o parecer da CTNBio esclarecendo aspectos que não foram abordados por este requerimento e que você julgue relevantes para o esclarecimento sobre o nível de biossegurança do AnGM.
 - ▶ Inclua literatura científica que possa dar subsídios para o parecer da CTNBio.
-

- ▶ Data.
- ▶ Assinatura do Pesquisador Principal e do Presidente da CIBio.

19.4.2. Instrução Normativa Nº 13

Instrução Normativa Nº 13, publicada no Diário Oficial da União - DOU - N.º 103-E, de 02 de junho de 1998, Seção 1, Página 28.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, no uso de suas atribuições legais e regulamentares, resolve:

Art. 1º A importação de animais geneticamente modificados para uso em trabalhos de contenção obedecerá às normas constantes do Anexo da presente Instrução Normativa.

Art. 2º O cumprimento desta Instrução Normativa não exige o requerente do respeito à legislação específica em vigor para a introdução de animais no país, afeta aos Ministérios da Agricultura, da Saúde ou do Meio Ambiente (art. 7º, Lei 8.974/95).

Art. 3º A presente Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Luiz Antonio Barreto de Castro
Presidente da CTNBio

ANEXO

**NORMAS PARA IMPORTAÇÃO DE ANIMAIS GENETICAMENTE MODIFICADOS (AnGMs)
PARA USO EM TRABALHO EM REGIME DE CONTENÇÃO**

Escopo

Estas normas aplicam-se à importação de animais geneticamente modificados (AnGMs). Microrganismos geneticamente modificados (incluindo bactérias, fungos, vírus, clamídias, riquetsias e micoplasmas), linhagens celulares, parasitas e organismos afins são tratados em regulamentação específica.

A obediência a estas normas não exige o importador do cumprimento dos trâmites previstos pela legislação em vigor.

Habilitação para Importação

A importação será sempre feita por uma entidade que possua CQB - Certificado de Qualidade em Biossegurança (Lei nº 8.974/95, Instrução Normativa nº 1, publicada no DOU nº 174, de 6 de setembro de 1996, Seção 1, páginas 17694-17696), extensivo ao seu biotério.

A importação será efetivada somente para uso em trabalho de contenção pela instituição que realizou a importação. A transferência de AnGM da instituição importadora para outra instituição deverá ser realizada obedecendo as normas de transporte de OGM (Lei nº 8.974/95, Instrução Normativa nº 4, publicada no DOU nº 247, de 20 de dezembro de 1996, Seção 1, páginas 27820-27821).

A habilitação para importação dependerá da classificação do AnGM. O processo de importação do AnGM deverá ser avaliado pela CIBio da instituição responsável pela importação, segundo normas para trabalho em contenção com animais geneticamente modificados (Lei nº 8.974/95, Instrução Normativa nº 12, publicada no DOU nº 100-E, de 28 de maio de 1998, Seção 1, páginas 10 - 12).

É de responsabilidade da CIBio a classificação do animal geneticamente modificado como sendo do Grupo I ou do Grupo II.

Se a CIBio classificar o animal como do Grupo I (AnGM de nível de biossegurança 1), a habilitação será emitida diretamente pela CIBio.

No caso de animais geneticamente modificados do Grupo II (AnGMs de níveis de biossegurança 2, 3 ou 4), a habilitação para importação será dada pela CTNBio, após solicitação por escrito da instituição interessada, em formulário constante do Apêndice.

Os cuidados para transporte e os procedimentos de emergência, no caso de escape ou acidente durante a importação, serão previamente comunicados à CIBio pelo responsável pela solicitação de importação.

As embalagens usadas para o transporte deverão obedecer às normas para transporte de organismos geneticamente modificados (Lei nº 8.974/95, Instrução Normativa nº 4, publicada no DOU nº 247, de 20 de dezembro de 1996, Seção 1, páginas 27820-27821) ou à legislação específica, quando pertinente.

Apêndice

Requerimento de habilitação para importação de animais geneticamente modificados (AnGMs) para trabalho em regime de contenção

Ilmo. Sr. Presidente da CTNBio / CIBio

- ▶ Nome do Representante Legal da Instituição / Unidade Operativa / Presidente da CIBio.
- ▶ Instituição e Endereço / Fax / Fone / E-mail.
- ▶ Número do CQB.
- ▶ Nome do Pesquisador Principal.

Vem requerer habilitação para importação de animais geneticamente modificados (AnGMs) para trabalho em regime de contenção, em cumprimento à Instrução Normativa nº 13. Procure responder de maneira objetiva as seguintes perguntas:

- ▶ Informe a espécie do animal a ser geneticamente alterado.
 - ▶ Informe o procedimento de alteração genética a ser utilizado.
 - ▶ Informe se pretende estabelecer uma colônia com o AnGM.
 - ▶ Informe as características do material genético a ser inserido.
 - ▶ Descreva as atividades biológicas que serão adquiridas/perdidas pelo AnGM.
-

- ▶ Informe a possibilidade de alteração nas características de patogenicidade do AnGM.
- ▶ Informe a possibilidade do AnGM ganhar alguma vantagem seletiva sobre os correspondentes não modificados geneticamente, quando de um possível escape para o meio ambiente.
- ▶ Informe a possibilidade de risco de transmissão de doenças para outros animais, incluindo seres humanos, ou vegetais.
- ▶ Informe se o AnGM passará a expressar alguma proteína com potencial sabidamente tóxico. Se positivo, informe se existe ou não forma de tratamento.
- ▶ Procure subsidiar o parecer da CTNBio esclarecendo aspectos que não foram abordados por este requerimento e que você julgue relevantes para o esclarecimento sobre o nível de biossegurança do AnGM.
- ▶ Inclua literatura científica que possa dar subsídios para o parecer da CTNBio.
- ▶ Data.
- ▶ Assinatura do Pesquisador Principal e do Presidente da CIBio.

19.5. Conclusão

As diversas técnicas de transgênese utilizadas em animais demonstram o interesse dos pesquisadores em conseguir um método eficiente de transferência de genes no menor tempo possível. Dependendo do interesse do estudo e da espécie, diferentes técnicas podem ser aplicadas. Dentre elas, a mais eficiente em mamíferos é a microinjeção em pronúcleos de ovos recém-fertilizados, mas, no entanto, quando se deseja a substituição de um gene, outras técnicas como células ES são mais apropriadas. Assim, dependendo das aplicações, as técnicas de transgenia em animais tem se mostrado bastante útil e com variadas aplicações nas áreas do conhecimento.

Não esperado ou não desejado efeitos da transgenese em animais de laboratório ou domésticos são devidos a: 1) uma incompleta compreensão dos mecanismos regulatórios que são exigidos para um padrão normal de expressão, 2) efeitos na expressão do transgene que depende do sítio de integração do transgene, 3) o conhecimento incompleto de todas as funções fisiológicas de produtos genéticos específicos.

Os resultados de estudos transgênicos para melhorar características em animais domésticos (por exemplo, animais transgênicos para o hormônio do crescimento) demonstram que significativos aumentos na produtividade são frequentemente associados a efeitos deletérios que levam a uma diminuição na performance geral. Pesquisas futuras são necessárias para compreender qual o nível do produto do transgene não irá perturbar as propriedades fisiológicas que são normalmente delicadamente balanceadas nos animais. Esforços combinados de fisiologistas e biólogos moleculares são necessários para compreender quais modificações no metabolismo do animal não iram comprometer sua saúde. Os benefícios e riscos a longo prazo da transgenese devem ser cuidadosamente avaliados.

Apesar da necessidade ainda de muitos estudos, a produção de animais transgênicos tem sido cada vez mais explorada, visando transferir de maneira estável e eficiente o gene de interesse entre espécies diferentes. Pesquisas futuras são necessárias em todas as áreas e o que se deseja é que as modificações genéticas sejam viáveis do ponto de vista econômico e que satisfaçam os preceitos éticos. Como medida preventiva, atualmente uma subcomissão da CTNBio de especialistas de notório saber científico e técnico estão debruçados na elaboração de um código de ética de manipulações genéticas.

O nosso pai é um dos poucos do mundo que possuem uma legislação tão bem elaborada e atual. As leis são criadas em respostas as necessidades e aos anseios de uma determinada população, hoje com a economia globalizada as leis tendem a serem universais. O nosso grande desafio é que os nossos avanços neste campo sejam respeitados nos protocolos internacionais.

19.6. Referências Bibliográficas

- ▶ BABINET, C. Transgenic Strategies for the Study of Mouse Development: an Overview. In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use**. Harwood Academic Publishers, 1997. cap. 56, p. 371-386, 1997.
 - ▶ BOSSELMAN, R. A.; HSU, R. Y.; BOGGS, T.; HU, S.; BRUSZEWSKI, J.; NICHOLSON, M.; SCHULZ, J. A.; SEMON, K. M.; RUSHELL, W. & STEWART, R.G. **Germline transmission of exogenous genes in the chicken**. Science, v. 243, p. 533-535, 1989.
 - ▶ BRINSTER, R. L.; ALLEN, J. M.; BEHRINGER, R. R.; GELINAS, R. E. & PALMITER, R. D. **Introns increase transcriptional efficiency in transgenic mice**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, v. 85, p. 836-840, 1988.
 - ▶ BRISKIN, M. J.; HSU, R. Y.; BOGGS, T.; SCHULTZ, J. A.; RUSHELL, W. & BOSSELMAN, R. A. **Heritable retroviral transgenes are highly expressed in chickens**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, v. 88, p. 1736-1740, 1991.
 - ▶ CAPECCHI, M. R. **High efficiency transformation by direct microinjection of DNA into cultured mammalian cells**. Cell, v. 22, p. 479-488, 1989.
 - ▶ CHERNY, R. A.; STOKES, T. M.; MEREI, J.; LOM, L.; BRANDON, M. L. & ILLIAMS, R. L. Strategies for the isolation and characterization of bovine embryonic stem cells. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 6, p. 569-575, 1994.
 - ▶ CLARKE, A. J. **Murine genetic models of human disease**. Current Opinion in Genetic Developmental, v. 4, p. 453-460, 1994.
 - ▶ _____. **Gene expression in the mammary glands of transgenic animals**. Biochemical Society Symposia, v. 63, p. 133-140, 1998.
 - ▶ CLARK, A. J.; BESSOS, H.; BISHOP, J. O.; BORWN, P.; HARRIS, B. S.; LATHE, R.; McCLENAGHAN, M.; PROWSE, C.; SIMONS, J. P.; WHITELAW, C. B. A. & WILMUT, I. **Expression of human anti-hemophilic factor IX in the milk of transgenic sheep**. Biotechnology, v. 7, p. 487-492, 1989.
 - ▶ CRITTENDEN, L. B.; SALTER, D. W. **Expression of retroviral genes in transgenic chickens**. Journal of Reproduction and Fertility Supplement, v. 41, p. 163-171, 1990.
-

- ▶ CUNDIFF, L.V.; BISHOP, M.D.; JOHNSON, R.K. Challenges and opportunities for integrating genetically modified animals into traditional animal breeding plans. **Journal of Animal Science**. Genetically modified livestock: progress, prospects and issues. v. 71, p. 20-25, 1993. Supplement, 3.
- ▶ DAMAK, S.; SU, H.; JAY, N. P. & BULLOCK, D. W. **Improved wool production in transgenic sheep expressing insulin-like growth factor 1**. *Biotechnology*, v. 14, p. 185-188, 1996.
- ▶ DONOVAN, P. J.; RESNICK, J. L.; CHENG, L. & LOCK, L. F. **Towards the Use of Primordial Germ Cells for Germline Modification**. In: HOUEBINE, L.M. (Ed.) *Transgenic Animals: Generation and Use*. Harwood Academic Publishers, 1997. cap 29, p. 179-187.
- ▶ DZIADEK, M. **Transgenic animals: how they are made and their role in animal production and research**. *Australian Veterinary Journal*, v. 73, p. 182-187, 1996.
- ▶ EBERT, K. M.; SELGRATH, J. P.; DITULLIO, P.; DENMAN, J.; SMITH, T. E.; MEMON, M. A.; SCHINDLER, J. E.; MONASTERSKY, G. M.; VITALE, J. A. & GORDON, K. **Transgenic production of a variant of human tissue-type plasminogen activator in goat milk: generation of transgenic goats and analysis of expression**. *Biotechnology*, v. 9, p. 835-838, 1991.
- ▶ ETCHES, R. J. Biotechnology and genetic improvement of poultry. In: **WORLD'S POULTRY CONGRESS**, 20, New Delhi, 1996. Proceedings, vol. 1. New Delhi: World's Poultry Science Association, 1996. p. 295-304.
- ▶ FLAMANT, F.; DEMENEIX, B.; BENOIST, C.; MARKOSSIAN-BELIN, S. & SAMARUT, J. **Virofection: a new procedure to achieve stable expression of genes transferred into early embryos**. *International Journal of Developmental Biology*, v. 38, p. 751-757, 1994.
- ▶ FODOR, W. L.; WILLIAMS, B. L.; MATIS, L. A.; MADRI, J. A.; ROLLINS, S. A.; KNIGHT, J. W.; VELANDER, W. & SQUINTO, S. P. **Expression of a functional human complement inhibitor in a transgenic pig as a model for the prevention of xenogeneic hyperacute organ rejection**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 91, p. 11153-11157, 1994.
- ▶ GAGNE, M.; POTHIER, F. & SIRARD, M. A. **Electroporation of bovine spermatozoa to carry foreign DNA in oocytes**. *Molecular Reproduction and Development*, v. 29, p. 6-15, 1991.
- ▶ _____, A. Gene Microinjection into Bovine Pronuclei. In: HOUEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use**. Harwood Academic Publishers, 1997. cap 7, p. 27-36.
- ▶ GANDOLFI, F. Spermatozoa, DNA binding and transgenic animals. **Transgenic Research**, v. 7, p. 147-155, 1998.
- ▶ GAVIN, W.G. Gene Transfer into Goat Embryos. In: HOUEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use**. Harwood Academic Publishers, 1997. Cap 5, p. 19-21.
- ▶ GINSBURG, M.; EYAL-GILADI, H. **Primordial germ cells of the young chick blastoderm originate from the central zone of the area pellucida irrespective of embryo-forming process**. *Development*, v. 101, p. 209-219, 1987.
- ▶ GORDON, J. W. **Transgenic animals**. *International Review of Cytology*, v. 115, p. 171-229, 1989.

- ▶ GORDON, J. W. & RUDDLE, F. H. **Integration and stable germ line transmission of genes injected into mouse pronuclei.** *Science*, v. 214, p. 1244-1246, 1981.
 - ▶ GORDON, J. W.; SCANGOS, G. A.; PLOTKIN, D. J.; BARBOSA, J. A. & RUDDLE, F. H. **Genetic transformation of mouse embryos by microinjection of purified DNA.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 77, p. 7380-7384, 1980.
 - ▶ HAMMER, R. E.; PURSEL, V. G.; REXROAD, C. E.; WALL, R. J.; BOLT, D. J.; EBERT, K. M.; PALMITER, R. D. & BRINSTER, R. L. **Production of transgenic rabbits, sheep and pigs by microinjection.** *Nature*, v. 315, p. 680-683, 1985.
 - ▶ HAN, L. & WAGNER, T. A. **The Use of Antisense RNA and Ribozyme Sequences to Prevent Infectious Diseases in Transgenic Animals.** In: HOUDEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997, cap 72, p. 489-493, 1997.
 - ▶ _____ . **Inhibition of Moloney murine leukemia virus-induced leukemia in transgenic mice expressing antisense RNA complementary to the retroviral packaging sequences.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 88, p. 4313-4317, 1991.
 - ▶ HUGHES, S. H.; KOSIK, E.; FADLY, A. M.; SALTER, D. W. & CRITTENDEN, L. B. **Design of retroviral vectors for the insertion of foreign DNA into avian germ line.** *Poultry Science*, v. 65, p. 1459-1462, 1986.
 - ▶ JAENISCH, R. **Germ line integration of moloney leukemia virus: effect of homozygosity at the m-mulv locus.** *Cell*, v. 12, p. 691-696, 1977.
 - ▶ _____ . **Transgenic Animals.** *Science*, v. 240, p. 1468-1474, 1988.
 - ▶ _____ . **Simian virus 40 DNA sequences in DNA of healthy adult mice derived from preimplantation blastocysts injected with viral DNA.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 71, p. 1250-1254, 1974.
 - ▶ JOHNSTON, S. A.; RIEDY, M.; DE VIT, M. J.; SANFORD, J. C.; MCELLIGOTT, S. & WILLIAMS, S. **Biolistic transformation of animal tissue.** *In Vitro Cellular and Developmental Biology*, v. 27, p. 11-14, 1991.
 - ▶ KEMP, C. J. **The Use of Mouse Knockouts to Study Tumor Suppressor Genes.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 60, p. 411-419, 1997.
 - ▶ KHILLAN, J. S. **Transgenic animals as bioreactors for expression of recombinant proteins.** *Methods in Molecular Biology*, v. 63, p. 327-342, 1997.
 - ▶ KIM, H. S.; LEIBFRIED-RUTLEDGE, M. L. & FIRST, N. L. **Gene transfer in bovine blastocysts using replication-defective retroviral vectors packaged with Gibbon ape leukemia virus envelopes.** *Molecular Reproduction and Development*, v. 35, p. 105-113, 1993.
 - ▶ KLEIN, T. M.; ARENTZEN, R.; LEWIS, P. A.; & FITZPATRICK-MCELLIGOTT, S. **Transformation of microbes, plants and animals by particle bombardment.** *Bio/Technology*, v. 10, p. 286-291, 1992.
 - ▶ KLEIN, T. M. & FITZPATRICK-MCELLIGOTT, S. **Particle bombardment: a universal approach for gene transfer to cells and tissues.** *Current Opinion in Biotechnology*, v. 4, p. 583-590, 1993.
 - ▶ _____ . **High-velocity microprojectiles for delivering nucleic into living cells.** *Nature*, v. 327, p. 70-73, 1987.
-

- ▶ LACEY, M.; ALPERT, S.; HANAHAN, D. **Bovine papillomavirus genome elicits skin tumours in transgenic mice.** *Nature*, v. 322, p. 609-612, 1986.
- ▶ LANZA, R. P.; COOPER, D. K. C. & CHICK, W. L. **Xenotransplantation.** *Scientific American*, v. 277, p. 54-59, 1997.
- ▶ LAURIA, A. & GANDOLFI, F. Recent advances in sperm cell mediated gene transfer. **Molecular Reproduction and Development**, v. 36, p. 255-257, 1993.
- ▶ LAVITRANO, M.; CAMAIONI, A.; FAZIO, V. M.; DOLCI, S.; FORACE, M. G. & SPADAFORA, C. **Sperm cells as vectors for introducing foreign DNA into eggs: Genetic transformation of mice.** *Cell*, v. 57, p. 717-723, 1989.
- ▶ LI, Y.; BEHNAM, J. & SIMKISS, K. **Ballistic tranfection of avian primordial germ cell *in ovo*.** *Transgenic Research*, v. 4, p. 26-29, 1995.
- ▶ LOVE, J.; GRIBBIN, C.; MATHER, C. & SANG, H. **Transgenic birds by DNA microinjection.** *Bio/Technology*, v. 12, p. 60-63, 1994.
- ▶ LOWELL, B. B. **Genetically Engineered Mice in Obesity Research.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997, cap 65, p. 449-454, 1997.
- ▶ MAHON, K. A.; OVERBEEK, P. A. & WESTPHAL, H. **Prenatal lethality in a transgenic mouse line is the result of a chromosomal translocation.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 85, p. 1165-1168, 1988.
- ▶ MARTIN, M. J. & PINKERT, C. A. **Production of Transgenic Swine.** In: PINKERT, C.A. (Ed.) **Transgenic Animals Technology: a Laboratory Handbook.** Alabama: Academic Press Inc., 1994. cap 11, p. 315-337.
- ▶ McLACHLAN, G. & PORTEOUS, D. J. **The Role of Mouse Models in the Development of New Therapies for Cystic Fibrosis.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 63, p. 435-444, 1997.
- ▶ MEIER, E. & ARNHEITER, H. **The Use of Host-Derived Antiviral Genes.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 71, p. 483-488, 1997.
- ▶ MENCK, M. C.; MERCIER, Y.; CAMPION, E., LOBO, R. B.; HEYMAN, Y.; RENARD, J. & THOMPSON, E. M. **Prediction of transgene integration by noninvasive bioluminescent screening of microinjected bovine embryos.** *Transgenic Research*, v. 7, p. 331-341, 1998.
- ▶ MERCIER, J. C. & VILOTTE, J. L. **The Modification of Milk Protein Composition through Transgenesis: Progress and Problems.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 70, p. 473-482, 1997.
- ▶ MILLER, M. W. & RUBIN, E. M. **Transgenic Animals in Artherosclerosis Research.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 64, p. 445-448, 1997.
- ▶ _____ . **Disease resistance in farm animals.** *Experientia*, v. 47, p. 923-934, 1991.
- ▶ _____ . **Antibody Encoding Transgenes – Their Potential Use in Congenital and Intracellular Immunisation of Farm Animals.** In: HOUDEBINE, L.M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 73, p. 495-499, 1997.

- ▶ MURAMATSU, T.; MIZUTANI, Y.; OHMORI, Y. & OKUMURA, J. **Comparison of three nonviral transfection methods for foreign gene expression in early chicken embryos *in ovo***. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 230, p. 376-380, 1997.
 - ▶ NAITO, M.; AGATA, K.; OTSUKA, K.; KINO, K.; OHTA, M.; HIROSE, K.; PERRY, M. M. & EGUSHI, G. **Embryonic expression of β -actin-lacZ hybrid gene injected into the fertilized ovum of the domestic fowl**. *International Journal of Developmental Biology*, v. 35, p. 69-75, 1991.
 - ▶ _____ . **Introduction of exogenous DNA into somatic and germ cells of chickens by microinjection** into germinal disc of fertilized ova. *Molecular Reproduction and Development*, v. 37, p. 167-171, 1994.
 - ▶ NAKANISHI, A.; IRITANI, A. Gene transfer in the chicken by sperm-mediated methods. ***Molecular Reproduction and Development***, v. 36, p. 258-261, 1993.
 - ▶ NIEMANN, H. Transgenic farm animals get off the ground. ***Transgenic Research***, v. 7, p. 73-75, 1998.
 - ▶ NOTARIANNI, E.; EVANS, M. J. **Transgenesis and genetic engineering in domestic animals**. In: MURRAY, J. A. H. (Ed.) **Transgenesis: Application of gene transfer**. Chichester: John Wiley & Sons Ltda, 1992. cap. 10, p. 251-281.
 - ▶ _____ . **Derivation of pluripotent, embryonic cell lines from the pig and sheep**. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, v. 43, p. 255-260, 1991.
 - ▶ PALMITER, R. D.; BRINSTER, R. L.; HAMMER, R. E.; TRUMBAUER, M. E.; ROSENFELD, M. G.; BIRNBERG, N. C. & EVANS, R. M. **Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth hormone fusion genes**. *Nature*, v. 300, p. 611-615, 1982.
 - ▶ _____ . **Metallothionein-human GH fusion genes stimulate growth of mice**. *Science*, v. 222, p. 809-814, 1983.
 - ▶ _____ . **Heterologous introns can enhance expression of transgenes in mice**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 88, p. 478-482, 1991.
 - ▶ PLATT, J. L. & LOGAN, J. S. **The Generation and Use of Transgenic Animals for Xenotransplantation**. In: HOUEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use**. Harwood Academic Publishers, 1997. cap 66, p. 455-460, 1997.
 - ▶ PURSEL, V. G. **Techniques and Problems in Producing Transgenic Pigs**. In: HOUEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use**. Harwood Academic Publishers, 1997. cap 4, p. 15-17.
 - ▶ _____ . **Genetic engineering of livestock**. *Science*, v. 244, p. 1281-1288, 1989.
 - ▶ _____ . **Status of research with transgenic farm animals**. *Journal of Animal Science*. Genetically modified livestock: progress, prospects and issues. v. 71, p. 10-19, 1993. Supplement, 3.
 - ▶ RIBEIRO, L. A.; AZEVEDO, J. L.; ARAGÃO, F. J. L.; RECH, E. L.; SCHMIDT, G. S. & COUTINHO, L. L. ***In situ* DNA transfer to chicken embryos by biolistic**. *Genetics and Molecular Biology*, v. 22, p. 1-5, 1999.
-

- ▶ ROBERTSON, E.; BRADLEY, A.; KUCHN, M. & EVANS, M. **Germ-line transmission of genes introduced into cultured pluripotential cells by retroviral vector.** Nature, v. 323, p. 445-448, 1986.
- ▶ ROTTMANN, O. J.; ANTES, R.; HOFER, P. & MAIERHOFER, G. **Liposome-mediated gene transfer via spermatozoa into avian egg cells.** Journal of Animal Breeding and Genetics, v. 109, p. 64-70, 1992.
- ▶ _____ . **Liposome-mediated gene transfer via sperm cells-high transfer efficiency and persistence of transgenes by use of liposomes and sperm cells and a murine amplification element.** Journal of Animal Breeding and Genetics, v. 113, p. 401-411, 1996.
- ▶ RUSSEL, J. A.; ROY, M. K. & SANFORD, J.C. **Physical trauma and tungsten toxicity reduce the efficacy of biolistic transformation.** Plant Physiology, v. 98, p. 1050-1056, 1992.
- ▶ SALTER, D.W.; CRITTENDEN, L.B. **Artificial insertion of a dominant gene for resistance to avian leukosis virus into the germ line of the chicken.** Theoretical and Applied Genetics, v. 77, p. 457-461, 1989.
- ▶ _____ . **Avian leukosis retroviruses and gene transfer into the avian genome.** In: ETCHES, R. J.; GIBBINS, A. M. V. (Ed.) **Manipulation of the avian genome.** Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo: CRC Press, 1993. cap. 9, p. 135-150.
- ▶ _____ . **Transgenic chickens: Insertion of retroviral genes into the chicken germ line.** Virology, v. 157, p. 236-240, 1987.
- ▶ SANFORD, J. C.; DEVIT, M. J.; RUSSELL, J. A.; SMITH, F. D.; HARPENING, P. R.; ROY, M. K. & JONHSTON, S. A. **An improved helium-driven biolistic device.** Technique, v. 3, p. 3-16, 1991.
- ▶ _____ . **Optimizing the biolistic process for different biological applications.** Methods in Enzymology, v. 217, p. 483-509, 1993.
- ▶ SANG, H. & PERRY, M. M. **Episomal replication of cloned DNA injected into the fertilized ovum of the hen, *Gallus domesticus*.** Molecular Reproduction and Development, v. 1, p. 98-106, 1989.
- ▶ SHARMA, A.; MARTIN, M. J.; OKABE, J. F.; TRUGLIO, R. A.; DHANJAL, N. K.; LOGAN, J. S. & KUMAR, R. **An isologous porcine promoter permits high level expression of human hemoglobin in transgenic swine.** Biotechnology, v. 12, p. 55-59, 1994.
- ▶ SHUMAN, R. M. & SHOFFNER, R. N. **Gene transfer by avian retroviruses.** Poultry Science, v. 65, p. 1437-1444, 1986.
- ▶ SPERANDIO, S.; LULLI, V.; BACCI, M. L.; FORNI, M.; MAIONE, B.; SPADAFORA, C. & LAVITRANO, M. **Sperm –mediated DNA transfer in bovine and swine species.** Animal Biotechnology, v. 7, p. 59-77, 1996.
- ▶ SQUIRES, E. J. & DRAKE, D. **Liposome-mediated DNA transfer to chicken sperm cells.** Animal Biotechnology, v. 4, p. 71-88, 1993.

- ▶ SWANSON, M. E.; MARTIN, M. J.; O'DONNELL, J. K.; HOOVER, K.; LAGO, W.; HUNTRESS, V.; PARSONS, C. T.; PINKERT, C. A.; PILDER, S. & LOGAN, J. S. **Production of functional human hemoglobin in transgenic swine.** *Biotechnology*, v. 10, p. 557-559, 1992.
 - ▶ VELANDER, W. H.; JOHNSON, J. L.; PAGE, R. L.; RUSSELL, C. G.; SUBRAMANIAN, A.; WILKINS, T. D.; GWAZDAUSKAS, F. C.; PITTIUS, C. & DROHAN, W. N. **High-level expression of a heterologous protein in the milk of transgenic swine using the cDNA encoding human protein C.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 89, p. 12003-12007, 1992.
 - ▶ VICK, L.; LI, Y. & SIMKISS, K. **Transgenic birds from transformed primordial germ cells.** *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 251, p. 179-182, 1993.
 - ▶ VIVILLE, S. **Mouse Genetic Manipulation via Homologous Recombination.** In: HOUDEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 48, p. 307-321.
 - ▶ WAGNER, E. F.; COVARRUBIAS, L.; STEWART, T. A. & MINTZ, B. **Prenatal lethality in mice homozygous for human growth hormone gene sequences integrated in the germ line.** *Cell*, v. 35, p. 647-655, 1985.
 - ▶ WALL, R. J. **Transgenic Livestock: progress and prospects for the future.** *Theriogenology*, v. 45, p. 57-68, 1996.
 - ▶ WARD, K. A. **The Transfer of Isolated Genes Having Known Functions.** In: HOUDEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 76, p. 511-518, 1997.
 - ▶ _____ . **Preventing hair loss in mice.** *Nature*, v. 371, p. 563-564, 1994.
 - ▶ WILMUT, I.; ARCHIBALD, A. L.; McCLENAGHAN, M.; SIMONS, J. P.; WHITELAW, C.B.; CLARK, A. J. **Production of pharmaceutical proteins in milk.** *Experientia*, v. 15, p. 905-912, 1991.
 - ▶ WRIGHT, G. & COLMAN, A. **Purification of Recombinant Proteins from Sheep's Milk.** In: HOUDEBINE, L. M. (Ed.) **Transgenic Animals: Generation and Use.** Harwood Academic Publishers, 1997. cap 69, p. 469-471, 1997.
 - ▶ YANG, N. S.; BURKHOLDER, J.; ROBERTS, B.; MARTINELL, B. & McCABE, D. **In vivo and in vitro gene transfer to mammalian somatic cells by particle bombardment.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 87, p. 9568-9572, 1990.
 - ▶ ZELENIN, A. V.; ALIMOV, A. A.; TITOMIROV, A. V.; KAZANSKY, A. V.; GOREDETSKY, S. I. & KOLESNIKOV, V. A. **High-velocity mechanical DNA transfer of the chloramphenicolacetyl transferase gene into rodent liver, kidney and mammary gland cells in organ explants and in vivo.** *FEBS Letters*, v. 280, p. 94-96, 1991.
 - ▶ _____ . **Bacterial β -galactosidase and human dystrophin genes are expressed in mouse skeletal muscle fibers after ballistic transfection.** *FEBS Letters*, v. 414, p. 319-322, 1997.
 - ▶ _____ . **Genetic transformation of mouse cultured cells with the help of high-velocity mechanical DNA injection.** *FEBS Letters*, v. 244, p. 65-67, 1989.
-

Parte V

Radiações

Sumário

20.	Introdução a Radiações.....	410
20.1.	Apresentação.....	410
20.2.	Radiações Ionizantes - Radiodiagnóstico Odontológico e Médico	411
20.2.1.	Definição e Histórico	411
20.2.2.	Radiodiagnóstico Odontológico	412
20.2.3.	Radiodiagnóstico Médico	413
20.2.4.	Atuação da Vigilância Sanitária.....	414
20.3.	Referências Bibliográficas	415
21.	Noções de Física Nuclear	416
21.1.	Introdução	416
21.2.	Radioatividade	417
21.3.	Métodos de Decaimento	418
21.3.1.	Transmutação Beta	419
21.3.2.	Captura de Elétrons.....	420
21.3.3.	Transição Isomérica	421
21.3.4.	Radiação Gama.....	421
21.4.	Lei da Desintegração Radioativa	421
21.4.1.	Interação da Radiação com a Matéria	423
21.4.2.	Classificação de Risco	425
21.5.	Bibliografia	426
22.	Radiação na Medicina	428
22.1.	Introdução	428
22.2.	Radiologia Diagnóstica	428
22.3.	Radioterapia	428
22.4.	Medicina Nuclear	429
22.4.1.	Produção de Radionuclídeos Artificiais de Interesse Clínico	430
22.5.	Radiofarmácia.....	432
22.5.1.	Radiofármacos para Diagnóstico.....	433
22.5.2.	Radiofármacos para Terapia.....	436
22.6.	Bibliografia	437
23.	Blindagem - Radiações e Medicina Nuclear – CNEN (Cálculo de Blindagem)	438
23.1.	Introdução	438
23.2.	Princípios	438
23.2.1.	Fontes de Radiação Externas	438
23.2.2.	Princípios Baseados nas Leis Físicas	438
23.2.3.	Blindagem para Radiação Alfa, Beta, Gama e Nêutrons	440

23.2.4. Blindagem para Radiação Diretamente Ionizante	440
23.2.5. Blindagem para Fontes Emissoras de Radiação X e Gama.	441
23.2.6. Blindagem para Nêutrons.....	447
24. Atualização sobre Radioproteção em Medicina Nuclear	431
24.1. Introdução.....	431
24.2. Principais Fontes não Seladas Empregadas em Medicina Nuclear.....	431
24.2.1. Apresentação.....	432
24.2.2. Utilização	432
24.3. Radioisótopos em Medicina Nuclear e Radioproteção	433
24.3.1. Regras Práticas de Radioproteção	433
24.3.2. Avaliação da Contaminação.....	436
24.3.3. Regras para o Pessoal	437
24.3.4. Acondicionamento dos Rejeitos.....	438

20. Introdução a Radiações

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário - DIVISA

20.1. Apresentação

Radiação é o nome dado a qualquer processo que seja capaz de transferir energia sem necessidade de meio material.

O campo de ação que envolve uso de Radiações Ionizantes, que atuam como instrumento para prevenir, diagnosticar e tratar patologias que ponham em risco a saúde humana; são monitoradas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e Vigilância Sanitária - VISA.

Estão inseridas como atividades de alta e média complexidade nos Serviços de Saúde, (definidas na Lei Orgânica da Saúde – LOS, constituída em seu conjunto pela Lei Federal nº 8.080 de 19/09/90 e Lei Federal nº 8.142 de 28/12/90), abrangendo:

- ▶ Radiodiagnóstico – Médico e Odontológico;
- ▶ Radiação Industrial;
- ▶ Radioterapia;
- ▶ Radioimunoensaio;
- ▶ Resíduos Radioativos;
- ▶ Radiografia Industrial.

Radiodiagnóstico Médico

Radiação ionizante é aquela que possui energia suficiente para gerar íons quando de sua interação com o meio.

A radiação ionizante é usada como um método de diagnóstico por imagem. Dos exames que são realizados através deste método, podemos citar: “radiografia tradicional”, tomografia, mamografia, densitometria e em procedimentos de litotripsia.

Radiodiagnóstico Odontológico

Na clínica odontológica, as radiografias são usadas como um método de diagnóstico muito eficaz, uma vez que a imagem (quando tem qualidade) é decisiva na conduta do tratamento. Existem dois tipos de exames:

- ▶ Extra-oral: teleradiografias (exemplo: radiografia panorâmica);

- ▶ Intra-oral;
 - Periapical;
 - Inter-proximal ou Bite-Wing;
 - Oclusal.

Medicina Nuclear

É um procedimento *in vivo*. Atua através de **radioisótopos** (elementos caracterizados por núcleos que espontaneamente podem transformar-se em outros, pela emissão de partículas, constituídas de combinações ou não de nêutrons e prótons) que passam a emitir radiações nos tecidos onde têm afinidade. Exemplo: o Iodo – 131, quando é lançado na corrente sanguínea, fica concentrada em maior quantidade na tireóide, pois esta glândula absorve o iodo, este fato é usado para diagnosticar lesões nesta glândula, pois podem ser “acompanhados” por detectores de radiação.

Radioterapia

É uma técnica usada em Medicina, para tratamentos oncológicos, por meio desta é possível destruir o DNA das células, quando no processo de divisão celular, na fase da mitose.

Uma das características principais do tecido oncológico, é que o processo de divisão das células em dezenas de vezes mais rápidas do que no tecido normal. Assim sendo, ao se bombardear uma área comprometida, onde existem células normais e cancerosas, a maior parte das células em mitose será no tecido oncológico, então ao receberem a dose de radiação, a probabilidade maior das células destruídas será as que formam o câncer.

Radioimunoensaio

É um procedimento que acontece *in vitro*. O Iodo – 125, é usado como marcador para detecção e quantificação de T3, T4, Prolactina entre outros hormônios e proteínas existentes no sangue.

Rejeitos Radioativos

São materiais oriundos de atividades geralmente artificiais e raramente naturais que por apresentarem altos níveis de radiação não podem ser utilizados em nenhum processo ou tecnologia dominada pelo homem.

Radiografia Industrial

É a utilização da técnica radiográfica (impressão de imagem em filme por meio de uso e raios x ou radiação gama) para identificação de anomalias em estruturas metálicas.

20.2. Radiações Ionizantes - Radiodiagnóstico Odontológico e Médico

20.2.1. Definição e Histórico

O físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios X em 8 de novembro de 1895, quando estudava o fenômeno da luminescência produzida por raios catódicos num tubo de Crookes e obteve uma fotografia da estrutura óssea da mão de sua esposa.

Durante uma de suas experiências, o cientista colocou o tubo numa caixa de papelão negro, que foi guardada numa câmara escura. Havia próximo à caixa um pedaço de papel recoberto de platinocianeto de bário. Röntgen notou então que, quando se fornecia corrente elétrica aos elétrons do tubo, era emitida uma radiação que velava a chapa fotográfica. Röntgen observou também que vários materiais opacos à luz diminuía, mas não extinguia a emissão de luz induzida pelos raios X, o que indicava que eles atravessavam a matéria com relativa facilidade. Assim, o cientista resolveu fotografar corpos normalmente opacos e obteve, pela primeira vez na história da ciência, uma chapa fotográfica que revelava a estrutura interna da mão humana, com todas as suas formações ósseas.

O aparelho produtor de raios X denomina-se Tubo de Coolidge, no qual um cátodo incandescente produz um fluxo de elétrons puros que é acelerado por uma grande diferença de potencial e atinge o ânodo. Para fins de pesquisa pode-se utilizar qualquer metal, mas nos aparelhos comerciais, o ânodo é feito de tungstênio, material com alto ponto de fusão, pois é grande a quantidade de calor gerada no processo. Além disso, o ânodo é oco, o que permite resfriá-lo mediante a circulação de água ou óleo em seu interior. Dentro do tubo cria-se um vácuo para evitar o enfraquecimento ou o desvio de elétrons do feixe original.

ORIGEM DO NOME RAIOS X - por suas características indefinidas quer seja como onda eletromagnética, quer seja como energia radioativa (transmissão de energia através de partículas e gerando resíduos), daí o seu nome ser Raios X (**X** de incógnita).

20.2.2. Radiodiagnóstico Odontológico

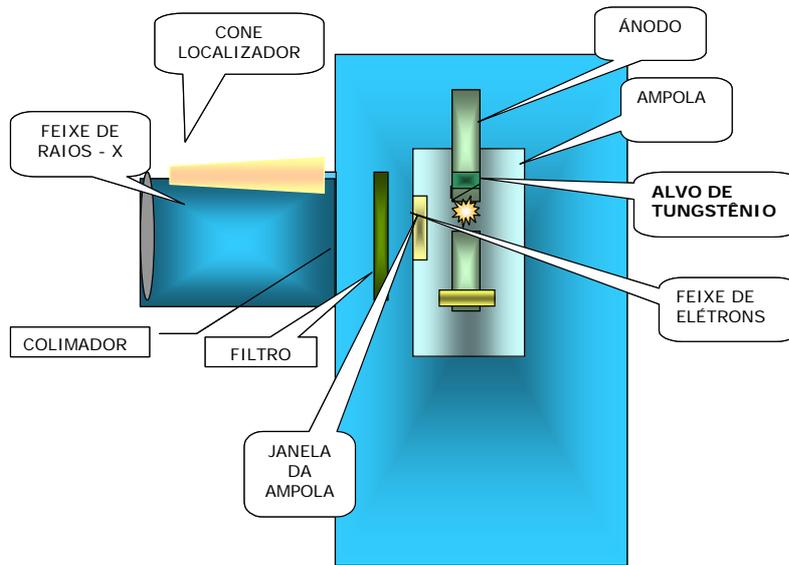
Os exames radiográficos odontológicos representam 80% de procedimentos quando do tratamento dentário. Através do Programa do Kit Odontológico Postal, é possível avaliar as condições dos aparelhos odontológicos. Nas radiografias intra-orais pode-se ter uma boa qualidade de imagem:

- usando técnica correta para cada caso;
- adequando os equipamentos às recomendações do relatório do referido programa e às exigências do capítulo V da Portaria nº 453/98, evitando assim que as radiografias sejam repetidas expondo o paciente a doses desnecessárias.

Estudando o ângulo do feixe pode-se dimensionar uma peça metálica cilíndrica que reduza o ângulo do feixe e conseqüentemente o diâmetro do campo. A este componente damos o nome de COLIMADOR e seu efeito seria a redução do ângulo do feixe e conseqüentemente a área irradiada.

Cabeçote e Ampola do Aparelho de Raios X

Figura 20.1



Para a produção dos raios X são necessários milhares de volts de potencial de aceleração. As ampolas disponíveis no mercado para uso odontológico trabalham com 50.000 volts (50 Kv) até 80.000 volts (80 Kv). A quilovoltagem é um dos mais importantes fatores que determinam o contraste da imagem assim como a dose recebida pelo paciente.

Quanto maior o valor da voltagem (Kv) aplicada no tubo, maior será a energia contida no feixe de raios X, maior o seu poder de penetração, menor o tempo de exposição e menor a dose necessária no paciente.

O campo de exposição tem que ser limitado para não atingir órgãos nobres como o cristalino e a tireóide.

20.2.3. Radiodiagnóstico Médico

Na área de diagnóstico por imagem, o uso de radiação ionizante é regulamentado pela Portaria Federal nº 453 de 02/06/98.

Os prepostos das Vigilâncias Sanitárias, quando atuam inspecionando os serviços de radiodiagnósticos buscam avaliar estrutura física e procedimentos no momento da realização do exame e rotinas que visam proteger a saúde do trabalhador bem como do usuário e acompanhantes.

Estrutura Física

São solicitadas: análise de planta baixa, do levantamento radiométrico e cálculo de blindagem.

Procedimentos

Durante a inspeção, algumas normas devem ser seguidas como:

- ▶ avaliação do equipamento (kvp, mA, colimação) para que sejam produzidos raios x de forma adequada para o exame a que se propõe.

Como exemplo pode-se citar alguns equipamentos de mamografia, que por estarem com a colimação (artefato que determina o campo de exposição) inadequada, expõem as mamas e outros órgãos como o coração, pulmão e às vezes até a coluna vertebral.

- ▶ avaliação dos registros ocupacionais.

A legislação específica em vigor, determina que todos os profissionais que desempenham suas funções usando equipamentos que produzam radiações, devem estar monitorados.

Entende-se por monitoração, o uso de dispositivos que possam absorver a quantidade de radiação dispersa no local do trabalho. São os dosímetros que se dividem em: de corpo inteiro e de extremidade.

- Os dosímetros de corpo inteiro devem ser usados na altura do tórax pelos técnicos de radiologia, devendo ser usado sobre o avental plumbífero, pois é a região mais exposta para que a dose aferida seja a mais próxima da dose efetiva.
- Os dosímetros de extremidades são usados por profissionais que realizam exames, manipulando o paciente, ou realizando exames com radiofármacos.
- Os dosímetros devem ser individuais e exclusivo do local onde está cadastrado, não podendo ser usado em outro, ainda que seja no mesmo estabelecimento.

Os exames com contraste, que verificam a função de algum órgão; exige que o profissional fique junto ao paciente, devendo o mesmo estar usando avental de chumbo e óculos plumbíferos.

Atualmente a VISA está implementando e implantando um Programa de Controle de Qualidade de Imagem em Mamografia, pois, por meio deste requisito é possível detectar as lesões malignas em fase inicial provocando um grande impacto na redução do número de casos de câncer de mama.

20.2.4. Atuação da Vigilância Sanitária

As ações desenvolvidas pela VISA são baseadas em instrumentos legais, que normatizam os procedimentos na área da saúde. Estes instrumentos são elaborados por órgãos responsáveis pela prevenção, proteção e tratamento de agravos e riscos à saúde, tais como: Organização Mundial de Saúde, Ministério da Saúde, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Agência Nacional de Vigilância Sanitária etc.

20.3. Referências Bibliográficas

- ▶ BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis / AIDS. Hepatite, AIDS, e Herpes na Prática Odontológica**. Brasília: 1994. p. 56, il.
- ▶ BRASIL, Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. **Boletim Epidemiológico. Seção de Controle da AIDS e DST**, ano VI, n.1, jan/jun. 1995, p.19.
- ▶ CATALDO, Edmund. AIDS & the Periodontium. In: CARRANZA JÚNIOR, **Fermin A. Clinical Periodontology**. 17. ed. Philadelphia: Saunders, 1990. p.166-172.
- ▶ **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- ▶ EPSTEIN, JB; LEZIY, S & RANSIER, A. **Periodontal pocketing in HIV - associated periodontitis**. Spec - Care - Dentist, Canadá, v. 13, n. 6, p.236-240, Nov/Dec 1993.
- ▶ GILLESPIE, GM & MARINO, R. **Oral manifestations of HIV infection: a Panamericana Perspective**. J-Oral-Pathol - Med. Copenhagen, v.22, n.1, p.2-7, Jan., 1993.
- ▶ GREENSPAN, Deborah et al. **AIDS and the Dental Team**. Saint Louis: Mosby - Year Book, 1986. 96 p.
- ▶ GREENSPAN, Deborah et al. **AIDS and the Mouth**. Saint Louis: Mosby - Year Book, 1990. 204 p.
- ▶ MAGALHÃES, Cristiane Feitosa et al. **Lesões "brancas" da mucosa oral de importância em Biossegurança em consultórios odontológicos**. Luiz Sergio da Silva Lima - Engenheiro INTERNET HEALTH COMPANY DO BRASIL S/A. - **Todos os direitos reservados. www.medcenter.com - 2000

21. Noções de Física Nuclear

Elaine Bortoleti de Araújo

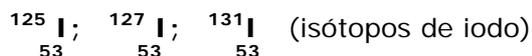
21.1. Introdução

A constituição da matéria era um fato que já preocupava os antigos filósofos. Demócrito, em 600 a.c. acreditava que a matéria possuía uma parte fundamental denominando-a de átomo (do grego indivisível). Os estudos acerca da constituição da matéria permaneceram latentes até meados do século XVII quando começaram a surgir novas hipóteses e vários modelos atômicos, até que em 1911 Rutherford-Bohr lança um modelo atômico constituído de uma parte central, o núcleo, onde se localizam as cargas positivas (prótons) e os nêutrons e, orbitando o núcleo, os elétrons, assemelhando-se ao nosso sistema solar. Os elementos químicos diferenciam-se uns dos outros exatamente pelo número de prótons que existe em seu núcleo.

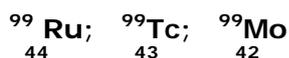
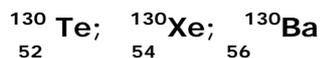
A representação de um elemento químico se faz da seguinte forma: ${}^A_Z X$,

onde **X** é o símbolo do elemento químico, **A** é o número de massa (número de nucleons = prótons + nêutrons) e **Z** é o número atômico (número de prótons).

Os elementos que possuem o mesmo número atômico, portanto mesmo elemento, com diferente número de massa, isto é, com número de nêutrons diferentes são denominados ISÓTOPOS. Assim, temos como exemplos de isótopos:



ISÓBAROS são elementos que possuem mesmo número de massa e número atômico diferentes. São exemplos de isóbaros:



Alguns elementos, entretanto, possuem o mesmo número atômico, mesmo número de massa e de nêutrons, mas diferem pelo estado energético. Tais elementos são denominados ISÔMEROS. O isômero mais energético (metaestável) encontra-se excitado e emite radiação gama, estabilizando-se. São isômeros:



Por fim, elementos que possuem número atômico e de massa diferentes, mas o mesmo número de nêutrons são denominados ISÓTONOS, como por exemplo o ${}^{31}\text{P}$ e o ${}^{32}\text{S}$, já que ambos possuem 16 nêutrons

21.2. Radioatividade

A definição do modelo atômico iniciou-se em 1895 quando Wilhelm Roentgen descobriu um novo tipo de radiação produzido por uma descarga elétrica em um gás a baixa pressão (ampola de Crookes). Tal radiação, chamada de RX, apresentava duas propriedades não usuais:

- ▶ atravessava objetos materiais;
- ▶ durante sua emissão o gás do tubo de descarga fluorescia.

Parecia natural estabelecer-se alguma relação entre RX e fluorescência.

Em 1896 o cientista francês Henri Becquerel que já trabalhava com substâncias fluorescentes examinou várias amostras frente à emissão de RX. Becquerel envolveu um sal de urânio em papel preto, colocando-o provavelmente por acaso sobre uma chapa fotográfica, deixando entre os dois uma lâmina de prata. Ao revelar posteriormente a chapa fotográfica, verificou a impressão da lâmina. Esta observação fez Becquerel concluir que os sais de urânio emitiam "radiações penetrantes", capazes de atravessar corpos opacos à luz. Chamou a este comportamento do urânio de RADIOATIVIDADE.

Becquerel logo percebeu que outros sais de urânio, incluindo os que não eram fluorescentes, também exerciam o mesmo efeito sobre as chapas fotográficas. Concluiu então não haver correlação direta entre o fenômeno de produção de radioatividade e a fluorescência.

O casal Curie (Pierre e Marie) isolou em 1898 mais dois elementos radioativos, o Polônio (Po) e o Rádio (Ra).

Em 1903 Rutherford e Soddy formularam as seguintes hipóteses:

- ▶ os elementos radioativos sofrem transformações espontâneas de uma espécie química para outra;
- ▶ as radiações emitidas se verificam ao mesmo tempo em que ocorrem as transformações;
- ▶ o processo radioativo é uma alteração de caráter sub-atômico, tendo lugar no íntimo do átomo.

Hoje sabemos que os elementos radioativos caracterizam-se por apresentarem núcleos instáveis, desintegrando-se em outros elementos e emitindo radiações penetrantes. O elemento resultante, elemento produto ou filho, pode também ser radioativo, desintegrar-se em outro elemento e assim por diante até que o último elemento tenha um núcleo estável.

Os elementos químicos de número atômico superior a 82, que é o número atômico do chumbo (Pb), apresentam um núcleo pesado que causa a sua instabilidade, portanto são elementos radioativos naturais. Os elementos de número atômico inferior a 82 possuem, geralmente, núcleos estáveis, salvo algumas exceções encontradas na natureza, tais como o ${}_{19}^{40}\text{K}$, ${}_{37}^{87}\text{Rb}$ e ${}_{49}^{115}\text{In}$, entre outros.

Os elementos radioativos podem emitir diferentes tipos de radiação, conforme primeiramente verificado por Madame Curie com o seguinte experimento: colocando-se uma amostra de ${}^{226}\text{Ra}$ em um bloco de chumbo a uma certa distância de uma chapa fotográfica, aplicando-se um campo magnético ou elétrico intenso, segundo uma certa direção, revelando-se a chapa fotográfica, verificam-se três manchas, uma sem desvio e duas com desvios opostos. A radiação que não sofre desvio é de origem eletromagnética e é denominada radiação gama. As duas outras são de origem corpuscular e denominam-se alfa e beta.

Sabe-se que estas três radiações não ocorrem simultaneamente para todas as substâncias naturais; umas emitem alfa, outras beta, enquanto que geralmente os raios gama acompanham as duas outras.

21.3. Métodos de Decaimento

O radionuclídeo original em qualquer método de decaimento é chamado PAI, enquanto o nuclídeo para o qual ele decai é chamado FILHO, que pode ser estável ou instável. Se o filho é estável, o processo de decaimento é terminado. Se for instável, um novo processo de decaimento se inicia, que pode ser inteiramente diferente de seu predecessor.

Emissão Alfa (α , ${}^4_2\alpha$)

A partícula alfa é um núcleo de Hélio (${}^4\text{He}$), com 2 prótons e 2 nêutrons. Como não possui elétrons orbitais, sua carga é +2.

As partículas alfa originam-se de núcleos de átomos pesados. A maioria destes átomos ocupa o terço superior da tabela de nuclídeos. A desintegração por emissão de partícula alfa, segue o modelo abaixo:



Exemplos de desintegrações alfa:



Q_α é a energia de desintegração e representa a energia liberada no processo.

Alguns núcleos que emitem partículas alfa, emitem também radiação gama. Medidas cuidadosas das energias dos raios gama e da energia das partículas alfa, levam a concluir que os raios gama são emitidos pelos núcleos filhos que encontram-se em estado excitado e tendem a liberar essa energia.

21.3.1. Transmutação Beta

Emissão Beta menos (β^-) - nêutron

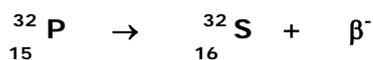
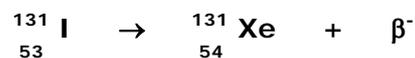
A emissão beta menos verifica-se, basicamente, quando o núcleo apresenta excesso de massa em relação a carga, isto é, muitos nêutrons em relação a prótons (razão nêutron-próton é muito grande). Um nêutron vai se transmutar em um próton e um elétron:



Portanto, a desintegração beta menos segue a equação de desintegração:



Exemplos:



Emissão beta mais (β^+) - pósitron

O núcleo apresenta, basicamente, excesso de prótons em relação aos nêutrons (razão nêutron / próton é muito pequena), portanto um próton transmuta-se em um nêutron e um pósitron segundo a equação:



A equação de desintegração beta mais é da forma:



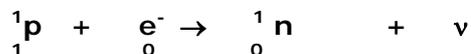
Exemplos:



A massa da partícula beta é igual a massa do elétron. A distribuição de energia das partículas beta é contínua variando de zero a um valor máximo (E_{max}) que caracteriza o emissor beta.

21.3.2. Captura de Elétrons

No fenômeno de captura de elétrons o núcleo que apresenta excesso de prótons em relação a nêutrons pode capturar um elétron, geralmente da **camada K**, daí o fenômeno ser conhecido como **captura K**. Neste processo não há emissão de partículas carregadas e o processo pode ser observado devido à emissão de RX proveniente do movimento dos elétrons. Pode ainda acontecer que, embora ocorra essa transição eletrônica, não haja emissão de RX. A energia disponível neste caso será transferida diretamente a um outro elétron não havendo, portanto, a emissão de radiação eletromagnética. Como consequência deste processo resulta a emissão de um elétron menos ligado chamado **elétron Auger**. Tais fenômenos, emissão de RX e elétron Auger são competitivos.



A equação de desintegração beta mais é da forma:



21.3.3. Transição Isomérica

Transição isomérica é a transição radioativa de um isômero nuclear para outro de menor energia. É parte do processo de decaimento de certos núclídeos radioativos.

Exemplo:



Neste caso, o núcleo excitado de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ não possui energia suficiente para permitir a emissão de partículas, normalmente ele retorna ao seu estado fundamental pela emissão de radiação eletromagnética.

21.3.4. Radiação Gama

É de origem eletromagnética, portanto desprovida de carga. Não é desviada por campos magnéticos nem elétricos e difere dos raios X quanto a origem, pois a radiação gama é de origem nuclear, enquanto que os raios X são de origem extra nuclear (são elétrons acelerados que são bruscamente freados).

21.4. Lei da Desintegração Radioativa

Radionuclídeos, radioelementos, radioisótopos são sinônimos e são os elementos que possuem a propriedade de emitirem radiações penetrantes, isto é, radiações ionizantes.

Os radionuclídeos podem ser naturais e artificiais. Naturais são praticamente todos os isótopos dos elementos de número atômico superior a 82. Os radioisótopos artificiais são os elementos que são induzidos a emitirem radiações, por intermédio de reatores, aceleradores, etc.

A ATIVIDADE de uma amostra radioativa é a velocidade de desintegração dos átomos radioativos dessa amostra.

Um núcleo radioativo poderá desintegrar-se em qualquer tempo após a sua formação, pois o processo de desintegração nuclear é completamente ao acaso. As desintegrações de todos os núcleos de uma espécie não ocorrerão em intervalos de tempo iguais, mas sim obedecerão à leis probabilísticas. A lei fundamental do decaimento radioativo pode ser assim formulada: "dado um átomo, a probabilidade dele decair durante um intervalo de tempo dt é λdt ", λ é a taxa de transição ou a constante de decaimento definida como a probabilidade por unidade de tempo de um átomo decair. Esse parâmetro independe da idade do núcleo e das vizinhanças desse núcleo. Ela será sempre a mesma para todos os núcleos de um determinado tipo e nenhuma operação química ou física poderá alterar esta taxa. Isto porque fatores como temperatura, pressão ou reações químicas afetam apenas os elétrons mais externos de um átomo não podendo, portanto, produzir alterações nas forças intranucleares que governam a constante de decaimento.

Portanto, quando há N núcleos presentes em uma amostra, passados um intervalo de tempo dt , ter-se-á um certo número $-dN$ de átomos desintegrados (o sinal negativo significa que perderam-se átomos). O número de átomos que se desintegram por unidade de tempo será:

$$dN/dt = \lambda N = \text{Atividade}$$

Isto significa que o número de átomos que se desintegram num certo intervalo de tempo é proporcional ao número de átomos radioativos que existem na amostra. Resolvendo a equação diferencial acima chegamos a:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Onde,

N_0 = número de átomos iniciais presentes em $t=0$

N = número de átomos presentes em t

e = constante de Nepper = 2,71

A equação acima é importante porque através dela, podemos calcular o número de átomos radioativos presentes em uma amostra em um determinado instante. A fórmula pode ser usada quando se fala em atividade de uma amostra, expressando-se como segue:

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

As unidades de Atividade são o Curie (Ci) ou o Becquerel (Bq):

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ d.p.s.}$$

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ d.p.s.}$$

Podemos definir MEIA VIDA FÍSICA ($t_{1/2}$) como sendo o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos presentes em uma amostra se desintegram, ou, em outras palavras, o tempo necessário para que a atividade da amostra se reduza para a metade. Por exemplo, o iodo-131, possui uma meia vida física de aproximadamente oito dias, isto quer dizer que a cada oito dias a atividade de uma amostra deste elemento se reduz à metade. Se hoje tivermos **10mCi** de **131I**, daqui a oito dias teremos **5 mCi** e daqui a dezesseis dias teremos **2,5mCi**, e assim por diante.

O tempo de meia vida físico de um elemento radioativo pode ser calculado a partir da constante de desintegração do elemento:

$$t_{1/2} = 0,693 / \lambda$$

As meias vidas dos elementos radioativas são compreendidas entre frações de segundos e milhares de anos. A seguir, meias vidas de alguns elementos radioativos:

- ▶ ^{131}I = 8 dias
- ▶ ^{125}I = 60 dias
- ▶ ^{99m}Tc = 6 horas
- ▶ ^{226}Ra = 1620 anos

▶ $^{238}\text{U} = 4,5 \times 10^9$ anos

Quando um radiofármaco é introduzido em um sistema biológico, dois processos promovem a redução da radioatividade no corpo. Um deles está sempre presente na redução da radioatividade por causa do decaimento físico do radionuclídeo ($t_{1/2}$ físico). Não há meio de parar, retardar ou acelerar este processo. O outro, é a eliminação biológica do material ($t_{1/2}$ biológico). O tempo de meia vida físico e o tempo de meia vida biológico devem ser considerados em conjunto quando da administração de um elemento radioativo num ser vivo. O tempo de meia vida efetivo ($t_{1/2}$ efetivo) interrelaciona os outros dois da seguinte forma:

$$t_{1/2} \text{ efetivo} = \frac{t_{1/2} \text{ físico} \times t_{1/2} \text{ biológico}}{t_{1/2} \text{ físico} + t_{1/2} \text{ biológico}}$$

21.4.1. Interação da Radiação com a Matéria

As radiações passam através da matéria e interagem com átomos e moléculas, depositando parte de sua energia cinética e atingindo o repouso (por exemplo, ser absorvida). Quando a energia eletromagnética é depositada em um átomo ela pode **excitar** o átomo, levando um ou mais elétrons orbitais de seu estado normal para uma órbita de menor energia (mais distante do núcleo). Quando uma quantidade suficiente de energia é depositada, o elétron pode ser arrancado do campo elétrico do núcleo e o átomo é **IONIZADO**. O elétron negativo, juntamente com o átomo positivamente carregado restante, são chamados de par de íon e o processo de remoção do elétron por deposição de energia em um átomo é chamado de **IONIZAÇÃO**.

A ionização é o mecanismo principal através do qual a energia é transferida da radiação para a matéria. O potencial de ionização de um átomo é a quantidade de energia necessária para ionizar o seu elétron menos fortemente ligado. Por causa da elevada atração eletrostática resultante, uma energia maior é requerida para retirar um segundo elétron do mesmo átomo. Entretanto, nem todas as interações de radiação com a matéria resultam em ionização. Empiricamente, a energia gasta na produção de um par de íon no material é aproximadamente duas a três vezes maior que o potencial de ionização do material. Assim, por exemplo, a energia requerida para produzir um par de íons num gás é de aproximadamente **30-35eV**. No ar é de aproximadamente **33,7eV**.

Um conceito importante é o da **Transferência Linear de Energia ("LET")**, que representa a energia média depositada por unidade de comprimento de percurso.

O decaimento radioativo pode produzir um grande número de ionizações. Por exemplo, a passagem de uma partícula beta de **1,71MeV** do **^{32}P** produzirá cerca de 50.000 pares de íons. As partículas ionizantes produzem danos nas células graças à ionização dos átomos e moléculas das células que elas penetram.

Podemos dividir os vários tipos de radiações ionizantes em duas categorias:

- ▶ Radiações diretamente ionizantes – consiste de partículas carregadas, tais como alfa e beta, que interagem com os elétrons alvo via força elétrica Coulombiana;
- ▶ Radiação indiretamente ionizante – incluem partículas neutras como os nêutrons, e fótons de alta energia tais como raios X e gama.

No caso das partículas carregadas, uma **partícula alfa** é cerca de 7000 vezes mais pesada que um elétron, e carrega duas unidades de carga positiva, enquanto o elétron apenas uma de carga negativa. Desta forma, enquanto a partícula alfa percorre o meio,

seu campo Coulumbiano atrativo arranca os elétrons de seus átomos (ionização), ou os transferem para níveis mais energéticos (excitação), dependendo da proximidade do encontro.

Uma vez que a partícula alfa é muito pesada, uma simples colisão com um elétron representa pequeno efeito no seu curso. Em raras ocasiões, um núcleo pode se colocar em seu caminho, ocorrendo uma colisão mais violenta, resultando numa alteração drástica de trajetória da partícula. Quanto mais lenta for a partícula alfa, mais tempo ela permanecerá nas proximidades do elétron, podendo transferir mais energia que uma partícula mais rápida. À medida que a partícula alfa vai percorrendo o meio e perdendo energia, torna-se mais e mais lenta e aumenta a " densidade de ionização" no final de sua trajetória.

Uma **partícula beta** apresenta a mesma massa do elétron alvo. Assim, uma pequena colisão poderá significar uma alteração drástica em seu curso e, desta forma, as trajetórias das partículas betas são geralmente em zig-zag. Assim como as partículas alfa, as partículas beta também promovem excitação e ionização do meio onde passam.

Uma vez que a partícula alfa tem aproximadamente 7000 vezes a massa da partícula beta e sendo a Energia cinética da partícula dada por $E = \frac{1}{2} mv^2$, uma partícula alfa se move mais lentamente que uma beta de mesma energia. Isto, associado ao fato de que a partícula alfa possui dupla carga positiva, significa que a partícula alfa produz um rastro de ionização mais denso que a partícula beta. Do ponto de vista de proteção radiológica, a diferença importante entre as partículas alfa e beta é que as alfa são mais fortemente ionizantes que as betas e são menos penetrantes.

Além da interação Coulumbiana com elétrons, há outro mecanismo através do qual as partículas beta perdem energia. Se uma partícula beta aproximar-se suficientemente do núcleo de um átomo, a atração Coulumbiana (o núcleo é positivamente carregado) altera o curso da partícula. No processo, o elétron emite radiação eletromagnética na forma de RX. Esta radiação é conhecida como **bremsstrahlung** ou radiação de freamento.

A emissão de bremsstrahlung é mais pronunciada se o núcleo do átomo tem alto número atômico, uma vez que quanto maior a carga nuclear, mais forte a força de atração Coulumbiana e maior a desaceleração na partícula beta. A emissão bremsstrahlung também aumenta com o aumento de energia da partícula beta e só se torna significativa para betas de energia acima de **1 MeV**.

Assim, para evitar a produção de bremsstrahlung, radionuclídeos que emitem somente betas de alta energia (como o ³²P), são mais bem armazenados em containers plásticos de baixo Z, tais como de Lucite, do que em containers de chumbo, geralmente utilizados para nuclídeos gama emissores.

Os **pósitrons** interagem com os elétrons da matéria da mesma forma que as partículas beta menos. A força Coulumbiana é atrativa, ao invés de repulsiva, mas o tipo de interação e as massas das partículas são as mesmas. Contudo, quando o pósitron estiver lento o bastante após interagir com o meio, será capturado por um elétron. O elétron e pósitron irão orbitar ao redor um um centro comum de gravidade, espiralando-se até encontrarem-se e aniquilarem-se um ao outro. Há conversão total de massa em energia, com produção de dois raios gama de 0,511MeV. A detecção destes raios gama é a base da Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET). Uma blindagem de chumbo adequada deve ser utilizada para barrar radionuclídeos pósitron emissores.

No caso das radiações eletromagnéticas, geralmente é conveniente trata-las como ondas. Contudo, para explicar a interação das energias maiores como radiações X e gama, sua natureza quântica ou particulada deve ser enfatizada, sendo tratadas como partículas chamadas ftons que se move a velocidade da luz.

Há três mecanismos pelos quais fótons de alta energia interagem com átomos do meio: **Espalhamento Compton, Efeito Fotoelétrico e Produção de pares.**

No espalhamento Compton, o fóton incidente “arranca” o elétron e continua sua trajetória em uma nova direção, com energia reduzida. Este fóton desviado pode subseqüentemente interagir com outro elétron do meio.

A energia perdida pelo fóton original é transferida ao elétron, que deixa o átomo e ele próprio torna-se uma partícula ionizante, essencialmente uma partícula beta.

A quantidade de energia transferida depende da colisão. O espalhamento Compton ocorre mais freqüentemente com elétrons fracamente ligados ao átomo (às vezes chamados elétrons livres), como por exemplo, os elétrons mais externos dos meios de baixo Z. Ele também é mais freqüente com fótons de baixa energia.

Elétrons mais fortemente ligados (camadas mais internas, meios de alto Z), participam mais comumente do segundo processo, o **efeito fotoelétrico**. Na colisão com o elétron, o fóton desaparece e o elétron é arrancado apresentando energia igual à energia do fóton menos a energia de ionização.

O terceiro processo, **produção de pares**, é o reverso da aniquilação elétron/pósitron descrita antes: a energia do fóton é usada para criar um elétron e um pósitron. Usando-se a equação $E = mc^2$, é fácil calcular que **0,511 MeV** de energia são requeridos para produzir a massa de um elétron (**$9,11 \times 10^{-31}$ kg**), e a mesma quantidade para um pósitron. Portanto, a produção de pares somente poderá ocorrer se o fóton incidente carregar, pelo menos, **1,022 MeV** de energia.

O processo também requer a presença de um forte campo elétrico, como os encontrados nas proximidades dos núcleos de alto Z, e é mais comum em alvos pesados. Acima de 1,022MeV, a probabilidade de ocorrência de produção de pares aumenta rapidamente com o aumento da energia do fóton.

A importância relativa de cada um dos três processos de interação de fótons depende do material alvo e da energia do fóton.

Os fótons apresentam probabilidade de interação menor que as partículas e, por este motivo, são mais penetrantes. No processo de atenuação dos fótons, uma certa espessura de material, **chamada espessura semi-redutora** (“half value layes – HVL”), reduz a intensidade da radiação à metade de seu valor original.

Fótons de alta energia tendem a ser mais penetrantes que os de energia mais baixa, e elementos pesados, tais como o chumbo, com inúmeros elétrons por átomo, são mais efetivos em parar os fótons que os elementos leves. Ambos estes fatos são refletidos no valor do HVL que é determinado para um dado material e uma dada energia de fóton.

21.4.2. Classificação de Risco

Radiações que são suficientemente penetrantes de tal forma que sejam capazes de depositar energia ionizante na profundidade dos tecidos no corpo humano, podem provocar dano nestes tecidos, representando, desta forma, um risco maior que as radiações que não podem penetrar. É importante considerar-se os dois tipos de riscos de radiação, o interno e o externo.

O risco de radiação externo é o tipo de radiação que possui energia suficiente, sendo capaz de penetrar a barreira protetora da pele e depositar sua energia (>0,07 cm) dentro do corpo. Os riscos externos são dependentes do tipo e energia da radiação. Há três

tipos principais de riscos externo: (1) raios X ou gama, (2) nêutrons e (3) partículas beta de alta energia ($E_{max} > 200 \text{ keV}$). Cada um destes tipos de radiação são consideradas penetrantes. Estas partículas não carregadas e raios podem interagir com os tecidos profundos no corpo. Apesar das partículas beta de alta energia serem capazes de atravessar a pele, partículas beta de energia menor que 200keV (p. exemplo do ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{63}Ni) não apresentam um range muito grande no ar e não possuem energia suficiente para atravessar a pele. Contudo, lembre-se que bremsstrahlung proveniente dos frascos estoque contendo 18,5MBq ($> 0,5 \text{ mCi}$) podem produzir radiação penetrante mensurável.

O risco de radiação interno origina-se de materiais introduzidos dentro do organismo por inalação, ingestão, absorção pela pele, sendo então metabolizados e estocados em compartimentos do organismo, dependendo de sua forma química particular. Por exemplo, radioiodo na forma de NaI é volátil. Se inalado, aproximadamente 20-30% será metabolizado e estocado na glândula tireóide. Material radioativo estocado dentro do organismo é capaz de irradiar os tecidos sadios das vizinhanças. Enquanto todos os tipos de radiação possuem um risco, alguns tipos que não são penetrantes são os que apresentam maior potencial de lesar estes tecidos (alfa e betas de baixa energia).

21.5. Bibliografia

- ▶ BUCHMAN, Wagner Szabo. **Principles of Nuclear Medicine**. 1995.
- ▶ CHASE, G.D. & ROBINOWILZ, J.L. **Principles of radioisotope methodology**. 1959.
- ▶ MAYARD, C.D. **Clinical Nuclear Medicine**. 1969.
- ▶ QUIMBY, E.H., FEITELBERG, S. & GROSS, W. **Radioactive nucleides in Medicine and Biology: basic physics and instrumentation**. 1970.
- ▶ ROCHA, A.F. G. et al **Textbook of Nuclear Medicine – basic science**. 1979.

22. Radiação na Medicina

Elaine Bortoleti de Araújo

22.1. Introdução

A maior fonte de exposição do homem à radiação, quer seja o indivíduo do público ou o trabalhador, provém do uso médico das radiações. Neste capítulo serão abordados os principais tipos de radiações utilizadas na área médica e suas aplicações.

22.2. Radiologia Diagnóstica

A maior fonte de exposição à radiação na área médica é o uso do **RX**, que representa 80-90% de todos os procedimentos de imagem. Além da especialidade Radiologia, o uso do RX é observado em clínicas de cardiologia, urologia, ortopedia, gastroenterologia e odontologia.

Radiologia diagnóstica é um exame estático. A radiação é gerada fora do organismo e direcionada para uma área de interesse deste organismo. Os RX de baixa energia são atenuados de forma diferente pelos diversos tecidos do organismo (por exemplo, o osso é mais denso que o músculo, que por sua vez é mais denso que o pulmão). A radiação que penetra completamente através do corpo é direcionada para produzir uma imagem, por exemplo, em um filme fotográfico. A diferença de absorção é então interpretada pelo radiologista, levando ao diagnóstico. Mesmo para exames que visualizam a dinâmica do sistema (como na angiografia), o conceito não se altera; somente nestes casos uma substância radiopaca é utilizada para aumentar o contraste do tecido mole.

22.3. Radioterapia

Pacientes com câncer são freqüentemente tratados com cirurgia, quimioterapia e/ou radiação. Em muitos casos, procedimentos combinados de radioterapia e cirurgia podem resultar em terapias mais efetivas que somente a cirurgia.

No caso da **braquiterapia**, uma fonte de radiação selada (encapsulada) na forma de semente, agulha ou fio, é inserida diretamente no tumor (implante intestinal) ou próximo do tumor (terapia intracavitária), depositando radiação gama ou beta a distâncias superiores a poucos centímetros. Esta terapia de curto alcance resulta em diminuição de toxicidade e permite o escalonamento da dose de radiação.

A braquiterapia para tratamento de tumores cancerígenos foi primeiramente utilizada nos anos 40, utilizando fontes de radio. Atualmente, utilizam-se radionuclídeos artificiais como ^{103}Pd , ^{125}I , ^{137}Cs , ^{192}Ir e ^{90}Sr (terapia beta). A braquiterapia pode ser utilizada em situações onde a cirurgia não é possível ou não é recomendada.

A **braquiterapia de baixas taxas de dose** utiliza baixas atividades (1850-7400MBq, 50-200mCi) de ^{103}Pd , ^{125}I , ^{137}Cs ou ^{192}Ir para bombardear o volume tumoral, geralmente por um período de 2-5 dias. Este tipo de braquiterapia utiliza aplicadores de aço inoxidável que são implantados cirurgicamente no paciente, porém, sem a fonte de radiação que somente será inserida após uma simulação que defina a geometria e o tempo para atingir a dose prescrita. Terminado o período de irradiação, a fonte é retirada e o aplicador é removido cirurgicamente.

Uma vez que o paciente que se submete a este tipo de braquiterapia permanece hospitalizado, com uma quantidade significativa de radiação, há necessidade de implantar-se um esquema de cuidados especiais e monitoração.

Outro tipo de braquiterapia utiliza fontes seladas de ^{103}Pd ou ^{125}I de baixas doses mas que são permanentemente implantadas no tumor (**implante permanente de baixa dose de radiação**). Estas fontes permanecem implantadas no tumor durante toda a vida ativa da mesma. O tipo de fonte de radiação é selecionado em função de sua baixa energia (^{103}Pd – RX de 22keV; ^{125}I – gama de 35keV), que permite o tratamento do órgão sem promover dose de radiação excessiva no tecido normal adjacente ao tumor nem para os membros do público.

Este tipo de terapia é mais comumente utilizado no tratamento do câncer de próstata. As fontes chamadas de sementes são muito pequenas, algumas medindo somente 4,5 x 0,8mm. Os médicos implantam de 40 a 100 sementes no sítio do câncer, utilizando, geralmente, uma agulha fina. As sementes decaem de acordo com o $t_{1/2}$ (^{103}Pd = 17 dias; ^{125}I = 60 dias) e permanecem no órgão.

Outro tipo de **braquiterapia de altas taxas de dose** utiliza fontes de ^{192}Ir de alta atividade (185-370GBq; 5-10Ci) que irradia o tumor com altas doses em um curto período de tempo (5-15 minutos de tratamento), usado para tratar câncer em sítios não acessíveis.

Tipicamente o paciente recebe entre 3 a 6 tratamentos em um período de 1 a 2 semanas. O dispositivo de irradiação é controlado por computador e possuem uma fonte de ^{192}Ir de $t_{1/2}$ = 78,83 dias que deve ser substituída em intervalos de 3 meses.

Além da braquiterapia, existe também a **terapia de feixe externo (teleterapia)**. Unidades de teleterapia que utilizam o poder penetrante da radiação gama do ^{60}Co (Egama = 1,173 e 1,332 MeV) e ^{137}Cs (E gama = 0,662 MeV) são utilizadas no tratamento de tumores profundos.

Após a II Guerra Mundial surgiram os sistemas de terapia de alta voltagem ou supervoltagem e, posteriormente, os sistemas de megavoltagem como os geradores de Van de Graaff, capazes de produzir RX de 2MV. Ultimamente, aceleradores lineares de alta energia foram desenvolvidos para irradiar tumores via terapia de feixe externo. Os aceleradores vêm sendo utilizados cada vez mais na área médica e industrial em substituição aos sistemas de baixa energia do ^{60}Co .

22.4. Medicina Nuclear

Outra área da Medicina onde a radioatividade é empregada com finalidades diagnósticas e/ou terapêutica é a Medicina Nuclear.

A Medicina Nuclear é área da Medicina que utiliza drogas radioativas, chamadas de radiofármacos, para o diagnóstico e/ou tratamento de doenças.

Radiofármaco é toda substância que, por sua forma farmacêutica, quantidade e qualidade de radiação emitida pode ser usada no diagnóstico e tratamento das enfermidades dos seres vivos, qualquer que seja a via de administração empregada.

A preparação de substâncias marcadas, ou seja, contendo um átomo radioativo em sua estrutura é incumbência da **Radiofarmácia**.

Os exames de Medicina Nuclear podem ser estáticos ou dinâmicos, permitindo a avaliação de importantes sistemas do organismo em seus aspectos fisiológicos e de metabolismo. O radiofármaco selecionado para um estudo em particular é desenhado de tal forma que a maior proporção da droga concentre-se em um órgão ou sistema de interesse. Um radiofármaco pode ser um gás, líquido ou sólido, podendo ser administrado ao indivíduo por via oral, parenteral (geralmente intravenosa) ou por inalação.

A quantidade de radioatividade no organismo é medida ou convertida em uma imagem pelo uso de detectores de cintilação que detectam os raios gama emitidos durante o decaimento radioativo. O diagnóstico é realizado analisando-se a concentração e distribuição do radiofármaco no organismo, verificando, basicamente, áreas "quentes" ou "frias" (concentração grande ou pequena do radiofármaco) ou a uniformidade de distribuição do radiofármaco.

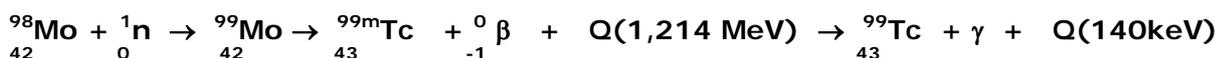
22.4.1. Produção de Radionuclídeos Artificiais de Interesse Clínico

Numerosos isótopos radioativos são encontrados na natureza. Geralmente, são isótopos de elementos pesados, emissores de radiação alfa ou beta menos e de tempo de meia vida longo. Estas características tornam estes isótopos pouco recomendados para utilização como traçadores radioativos em processos biológicos, físicos ou químicos.

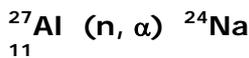
Radionuclídeos podem ser produzidos artificialmente em reatores nucleares ou em aceleradores de partículas. O núcleo de um reator nuclear consiste de material fissionável, geralmente Urânio. Como resultado dos eventos de fissão no núcleo do reator, ocorre a formação de um intenso fluxo de nêutrons. É possível produzir-se radionuclídeos a partir da irradiação de alvos de núcleos estáveis com um fluxo de nêutrons conveniente (por exemplo, $^{98}\text{Mo} (n, \gamma) ^{99}\text{Mo}$; $^{14}\text{N}(n, p) ^{14}\text{C}$) ou por separação dos subprodutos da fissão (exemplo, ^{131}Xe , ^{131}I). Tecnécio-99m é o elemento radioativo mais utilizado em Medicina Nuclear, uma vez que pode compor diferentes radiofármacos, destinados a diferentes órgãos e sistemas.

O radionuclídeo $^{99\text{m}}\text{Tc}$ pode ser produzido a partir do decaimento do ^{99}Mo que, por sua vez, pode ser produzido em reator nuclear a partir da irradiação com nêutrons de átomos de ^{98}Mo ou ainda como subproduto de fissão do Urânio.

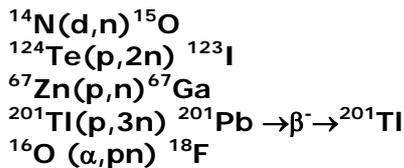
No caso do bombardeamento de alvo de ^{98}Mo , o ^{99}Mo é produzido por reação do tipo nêutron-gama, (n, γ) , na qual um nêutron é absorvido pelo átomo alvo e ocorre liberação de radiação gama no processo.



Outros elementos importantes produzidos em reatores nucleares por bombardeamento de núcleos estáveis com nêutrons são o ^{131}I e ^{125}I produzidos por reação (n, γ) seguida de decaimento e o ^{32}P e ^{24}Na , produzidos por reação (n, p) e (n, α) , respectivamente.



Aceleradores são dispositivos que aceleram partículas carregadas ou íons. Uma grande variedade de dispositivos foi desenvolvida para a aceleração de partículas carregadas. Entre eles, o mais amplamente utilizado é o ciclotron, que acelera feixes de prótons, dêuterons, íons helio-3 e partículas alfa. Exemplos destes tipos de reações nucleares incluem:



Outro conceito importante na produção de radioisótopos de interesse clínico é o de **gerador de radionuclídeos**. Um gerador é um dispositivo através do qual um radionuclídeo filho, de tempo de meia vida relativamente curto, é separado quimicamente do radionuclídeo pai que possui tempo de meia vida longo. No sistema gerador, o radionuclídeo pai é embalado no Centro Nuclear produtor num sistema de separação adequado a partir do qual o radioisótopo filho pode ser facilmente extraído, sempre que necessário e durante o tempo funcional do sistema.

Para separar-se o radioisótopo filho, do pai, vários geradores têm sido propostos, utilizando sistemas cromatográfico, métodos de sublimação ou ainda separação por solventes.

O gerador de ${}^{99}\text{Mo}$ - ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$ é, sem dúvidas, o mais utilizado em função da inegável utilidade do ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$ na rotina clínica em Medicina Nuclear. No gerador de ${}^{99}\text{Mo}$ - ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$, o radionuclídeo filho (${}^{99\text{m}}\text{Tc}$, de tempo de meia vida de 6 horas) é separado do radionuclídeo pai (${}^{99}\text{Mo}$, tempo de meia vida de 60 horas) através de um sistema de separação conveniente. O mais utilizado atualmente é o sistema de separação cromatográfico que consiste basicamente de uma coluna cromatográfica de Al_2O_3 (alumina ou óxido de alumínio) na qual o ${}^{99}\text{Mo}$ é adsorvido. O decaimento do ${}^{99}\text{Mo}$ origina o ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$ que pode ser seletivamente extraído da coluna (eluído) utilizando-se um solvente específico, no caso, solução salina.

22.5. Radiofarmácia

A produção de radiofármacos para utilização em Medicina Nuclear compreende:

▶ Escolha do radioisótopo

Quando o objetivo é a produção de radiofármacos para diagnóstico, o radioisótopo deve, preferencialmente, apresentar tempo de meia vida ($t_{1/2}$) relativamente curto. $t_{1/2}$ inferiores a 1 hora dificultam a manipulação química prévia e não permitem estocagem. Além disso, os resultados são de difícil interpretação clínica, pois a atividade decai muito rapidamente no decorrer do exame. $t_{1/2}$ maiores que 24 horas podem promover liberação de dose de radiação excessiva ao paciente.

A alta penetrabilidade dos fótons gama, associada a faixas de energia relativamente baixas possibilitam aquisição de imagens cintilográficas com excelente resolução, minimizando a dose de radiação absorvida pelo paciente.

Os radioisótopos gama emissores, por outro lado, não são utilizados com finalidades terapêuticas, pois apresentam grande penetrabilidade nos tecidos e baixa Transferência Linear de Energia (TLE). Como o objetivo da terapia é transferir para o tecido tumoral a maior quantidade possível de energia, sem afetar as células sadias de forma nociva, este tipo de radiação não é adequado sendo, neste caso, empregados radionuclídeos emissores beta menos ou de elétrons Auger, oriundos da desintegração por CE que possuem range de penetração curto e alto TLE.

▶ Escolha do substrato

Muitas vezes o próprio elemento radioativo manipulado numa forma inorgânica qualquer possui afinidade por um determinado órgão ou sistema a ser investigado. É o caso do iodeto de sódio (Na^{131}I ou Na^{123}I) que, administrado por via oral, incorpora-se ao metabolismo da glândula tireóide.

Na maioria dos casos, entretanto, existe a necessidade de “marcar” uma molécula qualquer com o elemento radioativo para que possa investigar com mais propriedade um dado órgão ou sistema.

Neste sentido, pode-se incorporar a um dado substrato, que apresenta certas propriedades biológicas, um elemento radioativo, sem que a presença deste altere de forma significativa o comportamento biológico do substrato. Assim, por exemplo, pode-se efetuar a marcação de células sanguíneas como eritrócitos (utilizados em estudos de volemia e perdas sanguíneas) e leucócitos (utilizados na investigação de focos de infecção). Anticorpos monoclonais podem ser marcados sem que perca a afinidade imunológica por um dado antígeno, geralmente um marcador tumoral, ou ainda na marcação de espécies coloidais ou de partículas como macroagregado de albumina humana (MAA), utilizados em cintilografias hepáticas ou pulmonares, respectivamente.

Outras vezes, a introdução do elemento radioativo no substrato altera sua atividade biológica. Na verdade, a presença do elemento radioativo cria uma nova espécie química, com biodistribuição própria, diferente da substância não marcada. São os radiofármacos essenciais.

► Escolha do método de marcação

A natureza química do elemento radioativo e do substrato determinam a escolha do método de marcação que pode envolver diferentes tipos de reações, tais como, reações de troca isotópica, onde um dado elemento presente em uma molécula é trocado por isótopo radioativo; reações de substituição nucleofílica e eletrofílica; marcação por adição do elemento radioativo à dupla ligações; marcação por síntese química, biossíntese ou ainda, por formação de complexos.

A maioria dos radiofármacos empregados em Medicina nuclear são complexos formados entre substâncias de natureza orgânica ou inorgânica e o ^{99m}Tc obtido dos geradores de ^{99}Mo - ^{99m}Tc na forma de pertecnetato de sódio.

A composição do radiofármaco de ^{99m}Tc envolve a introdução da solução estéril e apirogênica de pertecnetato de sódio ($\text{Na}^{99m}\text{TcO}_4$) em frascos contendo o substrato para marcação. No pertecnetato de sódio, o Tc encontra-se no estado de valência +7. Para formar quelatos estáveis, o estado de valência deve ser reduzido, o que é conseguido com a introdução de um agente redutor na formulação do radiofármaco, geralmente o cloreto estano. Devido ao tempo de meia vida relativamente curto do ^{99m}Tc (aproximadamente 6 horas), os radiofármacos de ^{99m}Tc devem ser preparados e dispensados no momento de sua utilização na Radiofarmácia hospitalar.

22.5.1. Radiofármacos para Diagnóstico

Enquanto que a Medicina Nuclear apresentava, inicialmente, a vantagem de promover a realização de estudos estáticos e também dinâmicos, sofreu da mesma limitação da radiologia com relação à bi-dimensionalidade. Inicialmente, as imagens eram obtidas em filmes de raio X. Com o progresso da tecnologia a cor foi introduzida, sendo as imagens obtidas em papel especial, de modo que os médicos podem quantificar a intensidade por meio de várias escalas de cores.

Para solucionar o problema da bi-dimensionalidade, foram introduzidas as câmeras de Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton – “**SPECT**” (do inglês Single Photon Emission Computed Tomography), que adicionou outra dimensão à medicina nuclear. O sistema de SPECT geralmente consiste de 2 ou mais câmeras em ângulo (90, 180°, etc) com o órgão alvo do paciente. SPECT resulta numa melhor qualidade de imagem que as câmeras cintilográficas simples. A vantagem principal deste sistema é a alta sensibilidade, resultando em alta resolução espacial e rápida aquisição de imagem do órgão.

Apesar de as gama câmaras do tipo rotatória estarem disponíveis, elas apresentam menor sensibilidade que a câmera com multidetector. Com a gama câmera rotatória, os resultados são coletados a partir de múltiplas vistas, obtidas enquanto o detector de iodeto de sódio gira ao redor do órgão de interesse do paciente. Posteriormente, foram desenvolvidas gama câmaras com múltiplos detectores de modo a aumentar a resolução e qualidade da imagem, uma vez que a mesma depende do número total de fótons detectados. Câmeras com 3-4 cabeças foram desenvolvidas aumentando sensivelmente a resolução espacial (6-10mm comparada com 14-17mm dos sistemas de cabeça única). A capacidade de volume de imagem da maioria dos sistemas SPECT permite reconstruir a qualquer ângulo, e, com alguns sistemas, as imagens podem ser fundidas com MRI e CT, criando uma única imagem que combina anatomia e fisiologia (correlação morfológica e funcional).

Ainda do ponto de vista de obtenção de imagens diagnósticas, outro sistema utilizado é a Tomografia por Emissão de Póstron - “PET” (do inglês Positron Emission Tomography). É uma técnica de imagem que utiliza pequenas quantidades de radioatividade para estudos fisiológicos. Os radiofármacos são introduzidos no organismo e um mapeador PET é usado para produzir uma imagem mostrando a distribuição biológica do fármaco. A diferença é que os radiofármacos para PET emitem pósitrons ao invés dos fótons utilizados nos estudos de medicina nuclear convencionais. Estes pósitrons percorrem pequenas distâncias (1-2mm) no tecido, antes de colidirem com um elétron, sendo aniquilados no processo que resulta na emissão de dois raios gama de 511keV em direções opostas. A maioria dos radioisótopos utilizada em PET possui meia vida de 75 a 110 minutos. Uma das grandes vantagens do PET é que alguns dos átomos que podem ser utilizados nas marcações são os mesmos que ocorrem naturalmente em moléculas orgânicas importantes do organismo, tais como o oxigênio, nitrogênio e carbono. É possível marcar-se compostos como neurotransmissores, açúcares ou mesmo sintetizar compostos (tais como drogas) de interesse diagnóstico. O procedimento de PET é capaz de oferecer aos médicos informações acerca da química do organismo, nem sempre disponível por outros procedimentos diagnósticos.

O paciente posiciona-se em uma maca que entra dentro do mapeador, ficando rodeado pelo detetor. Os fótons resultantes do processo de aniquilação dos pósitrons são detectados em pares, coincidentemente, por uma série de detetores de cintilação densos arranjados no anel ao redor do paciente e convertidos em imagem de alta resolução.

Inúmeros radiofármacos encontram-se atualmente disponíveis, quer sejam emissores de fótons para uso em cintilografia planar ou SPECT e emissores de póstron para uso em PET. Estes radiofármacos possibilitam o diagnóstico de inúmeras disfunções e patologias. O Quadro a seguir relaciona o radiofármaco e sua utilidade em medicina nuclear diagnóstica.

Quadro 22.1 – Radiofármacos utilizados em Medicina Nuclear Diagnóstica

RADIOFÁRMACOS GAMA EMISSORES	USO CLÍNICO
▶ Pertecnetato de Sódio – Na ^{99m} TcO ₄	Imagem de glândula tireóide, pesquisa de sangramento, fluxo sanguíneo, etc
▶ Macroagregado de Albumina Humana – ^{99m} Tc – (MAA- ^{99m} Tc)	Estudos pulmonares
▶ Ácido dietileno triamino pentacético- ^{99m} Tc – (DTPA- ^{99m} Tc)	Estudos da função glomerular renal
▶ Ácido dimercaptosuccínico- ^{99m} Tc (DMSA- ^{99m} Tc) e Glucoheptonato de sódio- ^{99m} Tc	Estudos de morfologia renal
▶ Metilenodifosfonato- ^{99m} Tc – (MDP- ^{99m} Tc)	Estudos ósseos
▶ Pirofosfato de sódio- ^{99m} Tc – (PIRO- ^{99m} Tc)	Estudos ósseos e marcação de eritrócitos in vivo para estudos cardíacos
▶ Estanho coloidal- ^{99m} Tc, Enxofre coloidal- ^{99m} Tc, Fitato de sódio- ^{99m} Tc	Estudos hepato-esplênicos

(continuação)

Quadro 22.1 – Radiofármacos utilizados em Medicina Nuclear Diagnóstica (continuação)

RADIOFÁRMACOS GAMA EMISSORES	USO CLÍNICO
▶ (2,6-Diisopropil acetanilida)iminodiacetato- ^{99m} Tc (DISIDA- ^{99m} Tc)	Estudos hepatobiliares
▶ Hexametil propilenoamino oxima - ^{99m} Tc (HMPAO- ^{99m} Tc) e Etilenodicisteína dietiléster- ^{99m} Tc (ECD- ^{99m} Tc)	Estudos de perfusão cerebral
▶ Dextran 70/500- ^{99m} Tc	Estudo do sistema linfático
▶ Etilenodicisteína- ^{99m} Tc (EC- ^{99m} Tc) e Mercaptoacetiltriglicina- ^{99m} Tc	Estudos da função renal (secreção tubular)
▶ (MAG ₃ - ^{99m} Tc)	
▶ Metoxi-metilisopropil-isonitrila- ^{99m} Tc (MIBI- ^{99m} Tc)	Estudos cardíacos
▶ Eritrócitos marcados com ^{99m} Tc	Estudos cardíacos, pesquisa de sangramento
▶ Leucócitos marcados com ^{99m} Tc ou ¹¹¹ In	Pesquisa de focos de infecção
▶ Na ¹²³ I e Na ¹³¹ I	Estudos da glândula tireóide
▶ ¹³¹ I- Iodohipurato de sódio	Estudos renais
▶ ¹²³ I – Metaiodobenzilguanidina	Diagnóstico de neuroblastoma e feocromocitoma e estudos cardíacos
▶ (¹²³ I – MIBG)	
▶ ¹²³ I – I –N-isopropil-p-iodoanfetamina	Estudos perfusórios cerebrais
▶ (¹²³ I-IMP)	
▶ ¹²³ I-Epidepride, ¹²³ I-iomazenil, entre outros	Estudo de receptores cerebrais
▶ Anticorpos monoclonais marcados com - ^{99m} Tc, ¹²³ I, ¹¹¹ In (ex: ^{99m} Tc-IgG, ^{99m} Tc-anti-CEA, ¹¹¹ In-antimiosina)	Diagnóstico de tumores específicos, focos de infecção, trombos, entre outros
▶ Peptídeos biologicamente ativos e seus derivados marcados com ¹²³ I, ^{99m} Tc, ¹¹¹ In (ex: ¹¹¹ In-Octreotide, ¹²³ I-VIP, ¹²³ I-Interleucina)	Diagnóstico de tumores específicos, pesquisa de focos de infecção, entre outros
▶ Citrato de galio - ⁶⁷ Ga	Pesquisa de focos de infecção e tumores específicos
▶ Cloreto de talio - ²⁰¹ Tl	Estudos cardíacos

(continua)

QuaDRO 22.1 – Radiofármacos utilizados em Medicina Nuclear Diagnóstica (continuação)

RADIOFÁRMACOS PÓSITRON EMISSORES	USO CLÍNICO
▶ Fluordeoxiglicose - ¹⁸ F (FDG- ¹⁸ F)	Estudos cerebrais e cardíacos
▶ Haloperidol- ¹⁸ F- e Espiroperidol- ¹⁸ F	Estudos de receptores cerebrais
▶ Metilespiperona- ¹¹ C	Estudos de receptores cerebrais
▶ H ₂ ¹⁵ O	Estudos perfusórios cerebrais
▶ Ácido palmítico- ¹¹ C	Estudos cardíacos
▶ Metionina- ¹¹ C	Estudos pancreáticos

(conclusão)

22.5.2. Radiofármacos para Terapia

Radiofármacos podem ser administrados a pacientes com finalidade terapêuticos, para destruir tecidos doentes ou cancerígenos.

Em terapia o órgão crítico é chamado de órgão alvo. Alguns fatores que influenciam a captação do radiofármaco no órgão alvo são (1) a afinidade do radiofármaco pelo órgão, (2) a vascularização do órgão e (3) a forma de administração do radiofármaco. Desta forma, o médico irá prescrever a quantidade de radiofármaco a ser administrada, baseando-se na captação do órgão e na dose de radiação necessária para a terapia.

O tratamento de ascite (acúmulo excessivo de fluido no abdômen) com ³²P, normalmente é realizado injetando-se 111-185MBq (3-5 mCi) diretamente no peritônio. A mesma atividade pode ser administrada intravenosamente para tratamento de policitemia vera onde o ³²P concentra-se na medula, reduzindo essencialmente o número de células vermelhas do sangue produzidas.

Outro exemplo do uso de radiofármacos em terapia é a aplicação de radiofármacos de ⁸⁹Sr, ¹⁵³Sm e ¹⁸⁸Re no tratamento paliativo da dor óssea provocada pela presença de metástases ósseas. Os radiofármacos EDTMP-¹⁵³Sm ou HEDP-¹⁸⁸Re (Etilenodiaminotetrametilenodifosfonato e Hidroxietilenodifosfonato, marcados com os respectivos radionuclídeos) que acumulam-se no tecido ósseo, com alta captação nas áreas tumorais, reduzindo a massa tumoral e melhorando a perspectiva de vida do paciente.

Iodo-131, administrado oralmente, pode ser utilizado na terapia de carcinoma de tireóide (25-150mCi) e no tratamento de doença de Graves (hipertireoidismo) (10-30mCi).

A administração ao paciente de doses de radiofármacos para diagnóstico e terapia requer cuidados adicionais do técnico operador e do médico, no sentido de prevenir contaminação ambiental e profissional, bem como garantir as doses a serem administradas aos pacientes. Além disso, existe a necessidade de controlar os rejeitos gerados no processo.

22.6. Bibliografia

- ▶ BUCHMAN, Wagner Szabo. **Principles of Nuclear Medicine**. 1995.
- ▶ PATEL, Mohan & SADEK, Samy, **The handbook of radiopharmaceuticals**. 1995.
- ▶ ROCHA & HARBERT. **Bases da Medicina Nuclear**. 1979.
- ▶ SAHA, Gopal B. **Fundamentals of Nuclear Pharmacy**. 1992.

23. Blindagem - Radiações e Medicina Nuclear – CNEN (Cálculo de Blindagem)

Matias Puga Sanches

23.1. Introdução

A radioproteção do pessoal que trabalha com radiação ionizante e do público é obtida garantindo que as doses de radiação absorvidas de radiação pelos indivíduos sejam mantidas abaixo dos níveis admissíveis.

O aumento da distância interposta entre a fonte de radiação e os lugares em que as pessoas se encontram constitui um meio eficaz para reduzir as doses de radiação, uma vez que esta varia com o inverso do quadrado da distância.

Muitas vezes somente este recurso é insuficiente e, portanto devem ser utilizados materiais como blindagem que absorvam a proporção necessária de radiação de modo que seja transmitida por eles uma dose menor que aquela correspondente aos limites autorizados.

A ação como blindagem de um material é o resultado da interação da radiação com o mesmo. A atenuação da taxa de dose deve-se à absorção de energia e à dispersão que o material provoca.

23.2. Princípios

23.2.1. Fontes de Radiação Externas

As fontes geralmente são conhecidas. Os tipos de fontes estão relacionados com:

- ▶ materiais radioativos emitindo partículas alfa e beta, radiação gama e nêutrons;
- ▶ máquinas geradoras de radiação X e várias fontes de radiação oriundas de aceleradores;
- ▶ reatores de fissão nuclear com fontes de nêutrons e radiação gama.

23.2.2. Princípios Baseados nas Leis Físicas

A tarefa da radioproteção é evitar a exposição à radiação ou reduzi-la a limites admissíveis. Isto pode ser obtido utilizando alguns princípios baseados nas leis físicas.

O primeiro princípio para reduzir a exposição à radiação está relacionado com tempo de exposição, quanto menor for o tempo de permanência no campo de radiação menor será a dose, isto se deve à integral da dose e a exposição à radiação correspondente a:

$$D_i = \int_0^t D_i(t) \cdot dt$$

Onde:

i = é o fator que considera o tipo de radiação.

O segundo princípio parte da dependência espacial existente entre a dose como pode ser observada na expressão:

$$\dot{D}_i = [\Gamma_i \cdot A] / r^2$$

Onde:

A = é a atividade da fonte de radiação;

Γ_i = é a constante específica da radiação do radionuclídeo em questão.

A taxa de dose será mínima se a distância for máxima. Na maioria dos casos de interesse prático, temos que otimizar ambas as exigências, t e r ótimos, porque não podem ser preenchidas independentemente.

Devido ao comportamento da taxa de dose como segue:

$$\dot{D}_i = \dot{D}_{i,0} \cdot e^{-\mu x}$$

A exposição à radiação externa pode ser reduzida ainda mais, pela escolha adequada de blindagem com coeficiente de atenuação μ alto, ou coeficiente de atenuação de taxa de dose ΣD para nêutrons, e espessura de blindagem suficiente, μ_{\max} e x_{\max} . Para nêutrons, a exigência de ΣD_{\max} significa dizer que a perda de energia de nêutrons sofrendo espalhamento deve ser muito grande, por exemplo, escolhermos materiais com grande espalhamento e com grande seção de choque de captura. Este terceiro princípio será abordado com maior critério a seguir.

Aspectos Econômicos

A blindagem normalmente é otimizada quanto ao seu custo, sujeita a restrições em sua massa ou em sua espessura. As blindagens bem projetadas que proporcionam uma pequena dose, com certeza são seguras, porém podem apresentar falhas. As blindagens pequenas podem ser adequadas para reduzir a intensidade em penetrações, o tamanho e o custo de equipamentos e edificações, ou para maximizar a densidade de fluxo de um feixe na parte externa da blindagem. As blindagens para o transporte de materiais radioativo ou para máquinas portáteis emissoras de radiação não devem ser tão pesadas.

Blindagem para Radiação

A blindagem de radiação implica na introdução deliberada de material absorvedor entre a fonte de radiação e o objeto, de maneira a reduzir a intensidade de radiação. Portanto, ela está relacionada com o transporte e interação da radiação ionizante com a matéria.

Transporte de Radiação

O princípio de propagação da radiação por meio da matéria pode ser descrito por métodos exatos levando em conta a interação física, bem como o fenômeno de transporte corretamente. Porém, em muitos casos de interesse prático, podemos abandonar soluções exatas não somente para o transporte de partículas carregadas. Nestes casos, as soluções aproximadas ou as fórmulas empíricas descrevem muito bem o transporte de radiação. O transporte de nêutrons e fótons é caracterizado pela passagem ao longo de traços retos sem perda de energia entre pontos espaçados distantemente. Na colisão a partícula pode ser absorvida ou espalhada numa nova direção e com outra energia. O método de Monte Carlo ou estocástico simula este comportamento. Obtém-se uma densidade de fluxo pela média de valores da ordem de milhares de traços de partículas individuais. Um outro método exato é considerar o movimento de partículas como se os nêutrons ou fótons fossem um gás dentro do material de blindagem. O fluxo de partículas dentro e fora da célula é incorporado na equação conservativa conhecida como equação de transporte de Boltzmann. Várias técnicas numéricas e analíticas foram desenvolvidas de maneira a solucionar esta equação integral - diferencial, tal como ordenadas discretas, harmônicas esféricas etc.

Diferem principalmente no manuseio da densidade de fluxo angular. A teoria da difusão aproximada é bem conhecida, onde somente a densidade de fluxo escalar não tem obtido sucesso em problemas de transporte de radiação, onde a densidade de fluxo angular é anisotrópica.

23.2.3. Blindagem para Radiação Alfa, Beta, Gama e Nêutrons

Camadas espessas de materiais e coeficientes de absorção ou atenuação grandes causam pequenas taxas de exposição atrás da blindagem construída com estes materiais. A influência do tipo e da energia da radiação, dos materiais usados como blindagem e da geometria da fonte, tem que ser levada em conta.

23.2.4. Blindagem para Radiação Diretamente Ionizante

É fácil de se construir uma blindagem para frear a radiação diretamente ionizante devido ao seu pequeno alcance em materiais sólidos e líquidos. Qualquer material mais espesso que ao alcance da partícula pode ser usado para barrar todos os íons, por exemplo, uma partícula alfa de **1 MeV** tem um alcance no ar de **$R \cong 0,5 \text{ cm}$** ; enquanto que no chumbo é de **$R \cong 2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$** . Devido a menor densidade de ionização o alcance de elétrons é cerca de 100 a 1000 vezes maior. Apesar disso, os elétrons também são facilmente barrados por poucos milímetros de material, sendo preferível o uso de materiais com **pequeno Z** para minimizar a geração de radiação de frenagem penetrante, a qual pode ser atenuada pelo material de blindagem para radiação gama. Portanto, a blindagem para radiação beta pode ser otimizada usando uma combinação de materiais com pequeno e com **grande Z**.

A proteção no caso de radiação externa tem por objetivo evitar a irradiação da pele, cristalino dos olhos e gonadas. Devido ao pequeno alcance a taxa de fluência de partículas beta pode ser reduzida a zero quando interpomos um material de espessura maior ou igual ao alcance das partículas beta mais energéticas em tal material.

Para materiais de baixo número atômico cumpre-se a seguinte lei:

$$R_1 \cdot \rho_1 = R_2 \cdot \rho_2 = R \cdot \rho$$

Onde:

R = o alcance das partículas beta em um material; ρ é a densidade do material.

Mediante a expressão citada anteriormente pode-se calcular a espessura necessária de qualquer material desde que a sua densidade seja conhecida.

Os materiais mais comumente empregados como blindagem são o alumínio, o lucite, o vidro, pois estes materiais reduzem a geração de raio X de frenamento. Quando se tratar de β^+ não deve ser esquecido que existe a geração de fótons de aniquilação, o que necessita adicionar uma camada de chumbo além do material blindante.

23.2.5. Blindagem para Fontes Emissoras de Radiação X e Gama.

A lei de atenuação para a taxa de dose é dada por:

$$D_{\gamma} = D_{o,\gamma} \cdot B \cdot e^{-(\mu/\rho) \cdot \rho \cdot x}$$

Onde:

(μ/ρ) é o coeficiente de atenuação mássico;

B é o fator de reprodução.

Os materiais mais comuns empregados em blindagens para radiação X e gama são o ferro e o chumbo, porém o tungstênio ou o urânio empobrecido podem ser usados por um custo muito maior se for necessária uma blindagem com dimensões reduzidas. O concreto e água são utilizados onde a espessura e a massa não apresentam inconvenientes. Devido a isto, nenhum intervalo finito de fótons é definido como ideal para caracterizar a atenuação pela camada semi redutora - HVL, que é de grande interesse prático na estimativa de blindagens.

Fator de reprodução ou acumulação - " BUILD-UP" (B)

Se a espessura de blindagem for muito grande a expressão matemática empregada para representar a taxa de dose após atenuação da radiação não será suficiente para explicar completamente o fenômeno que é produzido e conduzirá a uma subestimação da taxa de dose real no ponto considerado e, portanto, subestimar a blindagem necessária, isto se deve ao efeito de acumulação. Numa condição de boa geometria, por exemplo, feixe colimado, o efeito de acumulação não é levado em conta. Para corrigir este efeito acumulativo, é introduzido um **fator de reprodução B**, que depende do material sendo usado como blindagem e do produto μx . O **fator de reprodução B** será sempre maior ou igual a um.

Freqüentemente o valor de **B** é graficado em papel monolog versus uma grandeza denominada comprimento de relaxação. O comprimento de relaxação é a espessura de absorvedor que causará uma redução de 1 / e na intensidade inicial do feixe, isto é, **I = I₀ . 0,368**

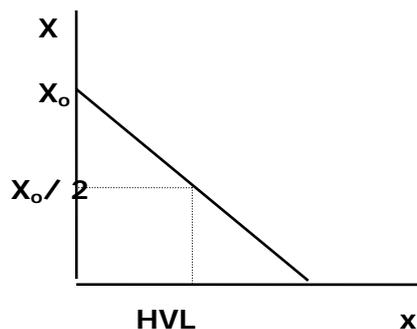
Camada semi-redutora ou meia espessura, HVL

É a espessura de material interposta entre a fonte e o ponto de medida necessária para reduzir a taxa de dose à metade de seu valor inicial. Este valor é simbolizado por **x_{1/2}**.

Para um certo material e uma radiação monoenergética, a meia espessura mantém-se constante. Por sua vez, com a radiação X de espectro contínuo, a meia espessura aumenta a medida que aumentamos a filtração no feixe

A relação entre a meia espessura e o coeficiente linear de atenuação é dado por:

$$\begin{aligned} [I / I_0] &= 1/2 = e^{-\mu \cdot x_{1/2}} \\ &\text{ou} \\ \ln 1/2 &= -0,693 = -\mu \cdot x_{1/2} \\ &\text{assim,} \\ x_{1/2} &= [0,693 / \mu] \end{aligned}$$



No caso da radiação X, os fatores que influenciam o cálculo de blindagem são:

- ▶ O limite de exposição admissível que corresponde os indivíduos a serem protegidos.
- ▶ A fração do tempo de trabalho que tais indivíduos permanecem no recinto separado pela blindagem, fator de ocupação **T**.
- ▶ A carga de trabalho mensal do tubo de raios X, **W (mA.min/ mês)**
- ▶ A quilovoltagem empregada no tubo.
- ▶ A fração do tempo de trabalho que o feixe de raios X esta orientado para a parede sendo considerada, **fator de uso U**.
- ▶ A distância entre o tubo e a parede.
- ▶ Nas paredes onde o tubo está orientado parte do tempo de trabalho, a blindagem deve ser calculada para atenuar o feixe direto.
- ▶ Nas paredes que não recebem o feixe direto deve-se calcular a blindagem necessária para atenuar a radiação dispersada e a radiação de fuga do tubo.

Blindagem para radiação direta

Se **b** é a exposição medida a 1 metro de distância para uma carga de trabalho unitária, a exposição medida para outra carga de trabalho mensal **W** e a outra distância **d** será:

$$[b \cdot W \cdot 1m^2] / d^2 \quad (R/mês)$$

onde,

b é a exposição por unidade de carga elétrica dada em R/ mA.min.

W é a carga de trabalho mensal dada em mA.min/ mês.

Para efeito de computar a fração da carga de trabalho durante a qual o tubo está orientado para a parede considerada deve-se multiplicar a expressão anterior pelo **fator de uso U**.

Do mesmo modo, como só interessa computar a dose durante o período em que a sala contígua pode estar ocupada, deve-se multiplicar também pelo **fator de ocupação T**.

$$[b \cdot W \cdot U \cdot T \cdot 1 m^2] / d^2 \quad (R/mês)$$

Como a exposição não deve exceder ao limite máximo admissível correspondente, a expressão anterior deve ser comparada a tal limite:

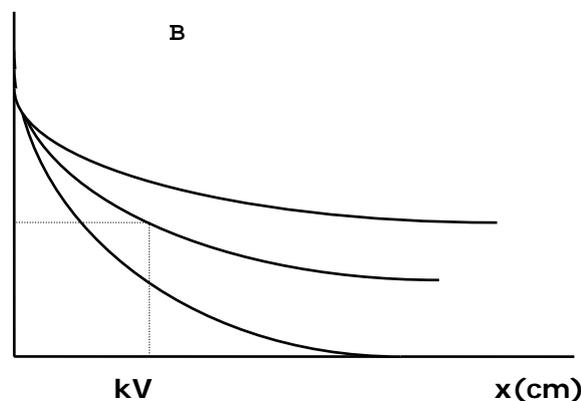
$$[b \cdot W \cdot U \cdot T \cdot 1 m^2] / d^2 \leq X_L$$

Desta expressão é possível obter o valor máximo admissível de **b** para radiação direta.

$$b = [X_L \cdot d^2] / [W \cdot U \cdot T \cdot 1 m^2]$$

b representa a exposição máxima que pode se ter a 1 metro de distância do tubo com blindagem adequada, por unidade de carga de trabalho, para que na distância de interesse a dose não exceda ao máximo admissível.

Entrando com este valor nas curvas correspondentes a espessura de blindagem, para a quilovoltagem correspondente, obtém-se a espessura mínima de blindagem necessária.



Blindagem para radiação dispersada

O feixe de raios ao incidir sobre um alvo é disperso em todas as direções. A intensidade e a energia da radiação dispersada são menores que as da radiação direta e dependem do ângulo que forma a radiação dispersada com relação à direção do feixe primário. Geralmente são consideradas as seguintes simplificações:

Para um ângulo de 90° a relação entre a intensidade da radiação dispersada e a radiação X direta é inferior a 1/1000.

Ao se tratar de radiação X de até 500 kV, supõe-se que a energia da radiação dispersada corresponde à mesma quilovoltagem da radiação primária e para radiação X de quilovoltagem superiores adotam-se para a energia da radiação dispersada o valor de 500 kV.

A distância '**d**' é a distância do meio dispersante e a parede projetada como blindagem. Também influi no cálculo a distância entre o ânodo do tubo e o meio dispersante '**s**'.

Para uma distância de 1m entre o ânodo e o meio dispersante a expressão de **b** resulta ser:

$$b = [X_L \cdot d^2 \cdot 1000] / [W.U.T.1m^2]$$

Em geral para uma distância '**s**' qualquer a expressão resultante será:

$$b = [X_L \cdot d^2 \cdot s^2 \cdot 1000] / [W.U.T.1m^4]$$

onde,

s é a distância entre o ânodo e o meio dispersante;
d é a distância entre o meio dispersante e a parede.

Blindagem para a radiação de fuga do tubo

As normas recomendadas pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica estabelecem limites para a radiação que pode ser transmitida através da carcaça do tubo de raios X.

► Equipamentos para diagnóstico

A exposição por unidade de tempo medida a 1 metro do cátodo, com o tubo operando em sua máxima quilovoltagem e com a máxima corrente de operação contínua não deve ser maior que:

$$X_{FD} = 0,1 \text{ R/h}$$

► Equipamentos de radioterapia

A exposição por unidade de tempo medida a 1 metro do ânodo com o tubo operando em sua máxima quilovoltagem e com a máxima corrente de operação contínua não deve ser maior que:

$$\dot{X}_{FT} = 1 \text{ R/h}$$

A menos que o fabricante garanta uma atenuação maior, deve-se supor que o tubo a ser instalado, emita através de sua carcaça uma radiação que satisfaça estes limites.

A uma distância 'd' do cátodo do tubo, durante um tempo de funcionamento 't' do tubo, a exposição acumulada na fração de tempo 'T', para o lugar a ser ocupado é:

$$\dot{[X_F \cdot t \cdot T \cdot 1m^2] / d^2} \quad (\text{R/h})$$

Onde,

$t = [w] / [60 \cdot I]$ em horas, I é a corrente em **mA**; valor máximo correspondente à operação contínua.

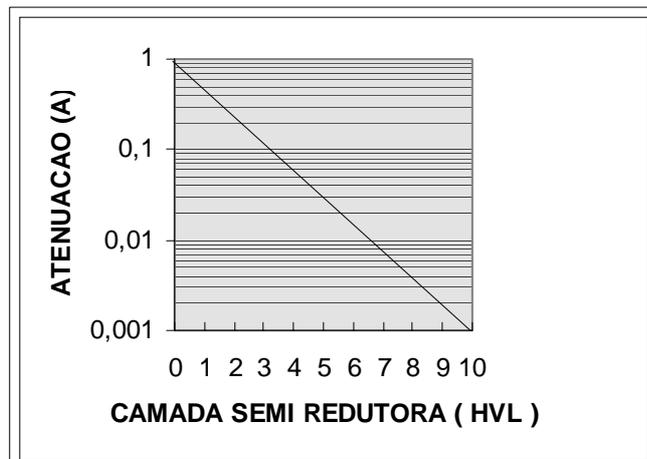
Este valor atenuado 'A' vezes pela blindagem colocada não deve exceder à exposição máxima admissível mensal X_L .

$$\dot{\{ [X_F \cdot t \cdot T \cdot 1m^2] / d^2 \}} \cdot A \leq \dot{X}_L$$

ou

$$A = \dot{[X_L \cdot d^2] / [X_F \cdot t \cdot T \cdot 1m^2]}$$

No gráfico a seguir pode-se obter o valor da meia espessura, HVL, necessária para obter a atenuação desejada.



Na Tabela abaixo é apresentado o valor da camada semi-redutora para radiação X de diferentes kV.

Tabela-23.1 - camada semi-redutora - HVL, e camada décimo redutora - TVL

kV _{PICO}	CHUMBO (mm)	CHUMBO (mm)	CONCRETO (cm)	CONCRETO (cm)
	HVL	TVL	HVL	TVL
50	0,06	0,17	0,43	1,5
70	0,17	0,52	0,84	2,8
100	0,27	0,88	1,6	5,3
125	0,28	0,93	2,0	6,6
150	0,30	0,99	2,24	7,4
200	0,52	1,7	2,5	8,4
250	0,88	2,9	2,8	9,4
300	1,47	4,8	3,1	10,4
400	2,5	8,3	3,3	10,9
500	3,6	11,9	3,6	11,7
1000	7,9	26	4,4	14,7
2000	12,5	42	6,4	21
3000	14,5	48,5	7,4	24,5
4000	16	53	8,8	29,2
6000	16,9	56	10,4	34,5
8000	16,9	56	11,4	37,8
10000	16,6	55	11,9	39,6

Quando se calcula a blindagem para a radiação primária, em geral, não é necessário efetuar o cálculo para a radiação de fuga e dispersada.

Naquela direção nas quais o feixe primário não é orientado deve-se calcular a blindagem para radiação dispersada e de fuga, e se um dos resultados superar ao outro em três vezes a camada semi-redutora ou mais, adota-se o maior deles e despreza-se o outro.

A escolha do material a ser empregado como blindagem depende de razões econômicas e de espaço disponível. O chumbo é altamente absorvente para radiações de baixa energia. Para radiações de alta energia é preferível o concreto.

23.2.6. Blindagem para Nêutrons

A taxa de dose para nêutrons varia segundo a seguinte equação:

$$\dot{D} = \Delta\phi \cdot f(E) \cdot e^{-\Sigma \cdot x}$$

Onde:

Σ é a seção eficaz de remoção de energia

$\Delta\phi$ é a taxa de fluência de nêutrons

$f(E)$ é o fator de conversão de fluência para dose

x é a espessura de material existente

o procedimento para a determinação da espessura de material é análogo ao procedimento para a radiação gama.

A primeira informação deve permitir calcular a taxa de dose equivalente no ponto de interesse, quando não existe blindagem entre tal ponto e a fonte de radiação, para isto faz-se uso da seguinte equação:

$$\dot{H}_o = \sum_{i=1}^n \Delta\phi \cdot f(E)$$

Onde:

$\Delta\phi$ é a taxa de fluxo de nêutrons, ou fluência de nêutrons

$f(E)$ é o fator de conversão de fluência para dose equivalente, em **Sv.cm²**

$$\Delta\phi = Bn / (4 \cdot \pi \cdot d^2)$$

Onde:

Bn é a intensidade da fonte de nêutrons, em **s⁻¹**

d é a distância entre a fonte e o ponto de interesse, em **cm**

$$Bn = A \cdot Y$$

Onde:

A é a atividade da fonte, em **Bq**

Y é o rendimento de nêutrons por unidade de atividade, em **n.s⁻¹**.

Com esta informação é possível calcular a \dot{H}_o , e na seqüência determinar a relação de transmissão através da seguinte equação:

$$K_H = \dot{H} / \dot{H}_o$$

Para obter o valor correspondente a espessura de material entre a fonte e o detetor, é necessário empregar a seguinte equação:

$$H = H_0 \cdot e^{-\Sigma \cdot x}$$

Onde:

H_0 é a taxa de dose equivalente sem a blindagem

H é a taxa de dose equivalente com a blindagem

Σ é a seção de choque eficaz para remoção de energia

x é a espessura de material existente, funcionando como blindagem.

Os valores de Σ , seção eficaz de remoção de energia para nêutrons, para alguns materiais são dados no quadro a seguir.

Quadro 23.1

MATERIAL	Σ (cm^{-1})	ρ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
Água	0,103	1
Polietileno	0,121	0,94
Concreto	0,089	2,35

Os valores para o fator de conversão de fluência para dose equivalente, $f(E)$, para geometria de irradiação antero posterior é fornecido no quadro a seguir, para várias energias de radiação:

Quadro 23.2

ENERGIA DO NÊUTRON (em MeV)	FATOR DE CONVERSÃO $f(E)$ (em $\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$)
$2,5 \cdot 10^{-8}$	$8,00 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-7}$	$8,80 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-6}$	$9,64 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-5}$	$8,92 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-4}$	$8,28 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,66 \cdot 10^{-12}$
$1,0 \cdot 10^{-2}$	$9,06 \cdot 10^{-12}$
$2,0 \cdot 10^{-2}$	$11,74 \cdot 10^{-12}$
$5,0 \cdot 10^{-2}$	$21,80 \cdot 10^{-12}$

(continua)

Quadro 23.2 (continuação)

ENERGIA DO NÊUTRON (em MeV)	FATOR DE CONVERSÃO f(E) (em Sv.cm ²)
1,0 . 10 ⁻¹	39,60 . 10 ⁻¹²
2,0 . 10 ⁻¹	77,20 . 10 ⁻¹²
5,0 . 10 ⁻¹	174,00 . 10 ⁻¹²
1,0 . 10 ⁰	286 . 10 ⁻¹²
1,5 . 10 ⁰	366 . 10 ⁻¹²
2,0 . 10 ⁰	428 . 10 ⁻¹²
3,0 . 10 ⁰	528 . 10 ⁻¹²
4,0 . 10 ⁰	600 . 10 ⁻¹²
5,0 . 10 ⁰	654 . 10 ⁻¹²
6,0 . 10 ⁰	694 . 10 ⁻¹²
7,0 . 10 ⁰	730 . 10 ⁻¹²
8,0 . 10 ⁰	760 . 10 ⁻¹²
1,0 . 10 ¹	820 . 10 ⁻¹²
1,4 . 10 ¹	960 . 10 ⁻¹²

(conclusão)

Exemplo:

Estimar a dose equivalente para uma fonte de ²⁴¹Am-Be cuja atividade, **A**, é **3,7 . 10¹⁰ Bq**, o valor do rendimento de nêutrons, **Y**, por unidade de atividade é **5,94 . 10⁻⁵ n.s⁻¹**, e o fator de conversão de fluência para taxa de dose, **f(E)**, é **630 . 10⁻¹² Sv.cm²**, a uma distância de **100 cm** desta.

Determinar a espessura de Polietileno, $\rho = 0,94 \text{ g.cm}^{-3}$, necessária para que a taxa de dose seja reduzida a **7,5 μSv.h⁻¹**.

O coeficiente mássico de atenuação para a energia gama do ²⁴¹Am, $E_\gamma = 59,5 \text{ keV}$, dado por μ/ρ é igual a **0,198 cm².g⁻¹**.

Solução

Cálculo da taxa de dose equivalente

$$\begin{aligned}
 Bn &= A \cdot Y \\
 &= 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} \cdot 5,94 \cdot 10^{-5} \text{ n.s}^{-1} \\
 &= 2,2 \cdot 10^6 \text{ n} \\
 \Delta\phi &= Bn / (4 \pi d^2) \\
 &= 2,2 \cdot 10^6 \text{ n} / (4 \cdot 3,14 \cdot 100^2) \text{ cm}^2 \\
 &= 17,6 \text{ n.cm}^{-2} \\
 H_o &= \Delta\phi \cdot f(E) \\
 &= 17,6 \text{ n.cm}^{-2} \cdot 630 \cdot 10^{-12} \text{ Sv.cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \\
 &= 1,11 \cdot 10^{-8} \text{ Sv.s}^{-1} \\
 &= 1,11 \cdot 10^{-8} \text{ Sv.s}^{-1} \cdot 3600 \text{ s.h}^{-1} \\
 &= 39,9 \cdot 10^{-6} \text{ Sv.h}^{-1} \\
 &= 39,9 \text{ μSv.h}^{-1}
 \end{aligned}$$

Em relação a esta taxa de dose equivalente para radiação neutrônica, tem-se também uma taxa de dose equivalente para radiação gama, pois o radionuclídeo ^{241}Am emite radiação gama de energia de **59,5 keV** e a fração por emissão alfa é de **36%**.

Assim:

$$\begin{aligned} \dot{H}_\gamma &= \Gamma \cdot A \cdot 0,36 \\ &= 1,9 \cdot 10^{-19} \text{ Sv}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} \cdot 0,36 \\ &= 2,53 \cdot 10^{-9} \text{ Sv}\cdot\text{s}^{-1} \\ &= 2,53 \cdot 10^{-9} \text{ Sv}\cdot\text{s}^{-1} \cdot 3600 \text{ s}\cdot\text{h}^{-1} \\ &= 9,11 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1} \\ &= 9,11 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} \end{aligned}$$

Determinação da espessura de material para que se tenha uma taxa de dose equivalente de $7,5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.

$$\begin{aligned} K_H &= \dot{H} / \dot{H}_0 \\ &= 7,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} / 39,9 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} \\ &= 0,188 \end{aligned}$$

Mas

$$\begin{aligned} K_H &= e^{-\Sigma \cdot x} \\ \ln K_H &= -\Sigma \cdot x \\ x &= \ln K_H / -\Sigma \\ &= \ln 0,188 / -0,121 \text{ cm}^{-1} \\ &= (-1,671 / -0,121) \text{ cm} \\ &= 13,814 \text{ cm} \end{aligned}$$

Como a fonte de radiação também emite radiação gama, tem-se que verificar se a espessura de material entre o detector e a fonte é suficiente para reduzir a taxa de dose equivalente gama ao valor proposto de $7,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.

$$\begin{aligned} K_\gamma &= \dot{H}_\gamma / \dot{H}_{0\gamma} \\ &= 7,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} / 9,11 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1} \\ &= 0,823 \end{aligned}$$

Mas

$$\begin{aligned} K_\gamma &= e^{-\mu \cdot x} \\ \mu &= \rho \cdot 0,198 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1} \\ &= 0,94 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \cdot 0,198 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1} \\ &= 0,186 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

Portanto

$$\begin{aligned} \ln K_\gamma &= -\mu \cdot x \\ x &= \ln K_\gamma / -\mu \\ &= \ln 0,823 / - 0,186 \text{ cm}^{-1} \\ &= (- 0,195 / - 0,186) \text{ cm} \\ &= 1,048 \text{ cm} \end{aligned}$$

Comparando este valor obtido para a radiação gama com o valor obtido para a radiação neutrônica observamos que ele é cerca de 13 vezes menor, assim sendo, o valor de **x** atribuído aos nêutrons é suficiente para barrar a radiação gama do ²⁴¹**Am**.

24. Atualização sobre Radioproteção em Medicina Nuclear

Matias Puga Sanches

24.1. Introdução

A medicina nuclear se caracteriza pelo emprego de radioelementos em fontes não seladas. É a aplicação médica das técnicas de marcação, consistente em administrar compostos químicos marcados com um radioisótopo (**radiofármaco**) ao paciente, *estudos in vivo*; ou mescla-los em tubos de ensaios; estudos *in vitro* com outros reagentes para investigar a presença de pequenas quantidades de hormônios, medicamentos e outras substâncias. Os estudos *in vivo* servem para identificar um órgão enfermo, medindo as funções fisiológicas e metabólicas em qualquer tecido, órgão ou lesão, que possam proporcionar uma imagem funcional, **utilização diagnóstica**. Os radioisótopos empregados possuem vida física curta, portanto os pacientes sofrem uma exposição muito pequena à radiação. Certos serviços de medicina nuclear também praticam algumas **utilizações terapêuticas**.

Num serviço de medicina nuclear, o pessoal envolvido está exposto ao risco de irradiação externa ao qual é acrescentado aquele da contaminação externa e interna.

Deste fato o pessoal envolvido deve saber avaliar os riscos associados a cada aplicação e, os médicos, devem saber determinar os riscos de cada prática, a partir do conhecimento das características físicas dos radioelementos e dos processos fisiológicos neles envolvidos. Devem também conhecer as normas relativas à segurança radiológica.

24.2. Principais Fontes não Seladas Empregadas em Medicina Nuclear

Uma fonte não selada é uma fonte onde sua apresentação em condições normais de utilização, não permite que se evite a dispersão de substâncias radioativas. Esta dispersão pode se dar na forma líquida, sólida ou gasosa.

Denomina-se radiofármaco toda substância que por sua forma farmacêutica, quantidade e qualidade de radiação emitida, pode ser usada no diagnóstico e tratamento das enfermidades dos seres vivos, por qualquer que seja a via de administração empregada.

Em geral, os radiofármacos não têm ação farmacológica. Basicamente, são classificados segundo a sua aplicação em: radiofármacos para diagnóstico e para terapia.

Os radiofármacos para uso em diagnóstico são aqueles considerados verdadeiros traçadores radioativos que são administrados com a finalidade de visualizar a anatomia de um órgão ou sistema; avaliar o comportamento fisiopatológico em nível dos tecidos; analisar através de seu metabolismo o comportamento bioquímico ou determinar quantitativamente seus parâmetros farmacocinéticos, comparando estes resultados com os obtidos numa população de seres humanos normais voluntários.

O uso seguro e efetivo de um radiofármaco para diagnóstico está baseado no seu grau de previsibilidade diagnóstica e do entendimento das variáveis que são potencialmente capazes de influir em seu comportamento.

Os radiofármacos para uso em terapia são aqueles que são administrados ao paciente com o propósito de irradiar tecidos internos do organismo. Seu valor terapêutico é baseado no efeito das radiações sobre o tecido no qual se localiza e na seletividade dessa localização.

Normalmente, os radiofármacos são administrados por via parenteral, principalmente intravenosa, porém a via oral também é comumente empregada.

24.2.1. Apresentação

As fontes não seladas são apresentadas em diversas formas de acondicionamento e classificadas em diversas categorias. Os acondicionamentos mais frequentes são em:

- ▶ frasco de vidro, tipo penicilina;
- ▶ coluna de cromatografia, geradores;
- ▶ cápsulas de gelatina;
- ▶ diversos tipos de ampolas em vidro selado.

Os produtos radiofármacos são destinados para utilização no homem em aplicações diagnósticas ou terapêuticas.

Os produtos para análises médicas são estritamente limitados à análise médica *in vitro*.

24.2.2. Utilização

Para as utilizações diagnósticas os radioelementos utilizados são, se possível, emissores gama puro de energia compreendida entre 100 e 400 keV e de período físico curto. Na utilização terapêutica, em pesquisa na irradiação de tumores, o radioelemento deverá ser emissor beta com um período efetivo o mais longo possível.

24.3. Radioisótopos em Medicina Nuclear e Radioproteção

Se considerarmos que otimizar a proteção do paciente, em diagnóstico significa empregar equipamentos, técnicas e recursos humanos capacitados, segundo o estado de evolução científica e tecnológica, que permitam obter melhor qualidade de informação com dose mínima aplicada no paciente, é preciso escolher adequadamente as características dos radioisótopos a serem utilizados.

Por exemplo, estas características podem ser resumidas da seguinte maneira:

- ▶ **Meia vida mais curta** - menor dose para igual atividade administrada;
- ▶ **Ausência de emissão de partículas carregadas** - menor dano aos tecidos por radiação de alta transferência linear de energia;
- ▶ **Energias gama mais baixas** - trabalham na zona de maior eficiência das câmaras gama, o qual permite obter uma melhora sensível nas imagens com menores atividades.

24.3.1. Regras Práticas de Radioproteção

Vamos examinar os aspectos práticos da radioproteção da irradiação externa mais a contaminação, as regras a serem aplicadas numa instalação e as suposições a seu respeito.

Irradiação Externa

Este risco é abordado pelo conjunto da radioproteção em terapia e diagnóstico, as regras de base são as mesmas, a saber:

- ▶ tempo
- ▶ distância - fonte-operador;
- ▶ dispositivos de proteção aos quais podemos associar a atividade da fonte.

Quantos aos meios de avaliação da irradiação externa, são parecidos àqueles empregados em terapia e diagnóstico e são função da natureza do radioelemento e do tipo de trabalho sendo executado.

Meios de Proteção contra a irradiação Externa:

- ▶ manter supervisão constante sobre o uso de qualquer fonte de radiação ionizante para evitar exposição a fontes indesejáveis de irradiação;
 - ▶ a dose equivalente recebida por um indivíduo e resultado diretamente proporcional ao tempo de irradiação sendo, portanto reduzida ao mínimo quando a manipulação é preparada com cuidado, e quando o tempo é limitado junto aos enfermos injetados;
 - ▶ uma regra simples nos serviços de medicina nuclear consiste em fazer o rodízio entre as pessoas encarregadas de efetuar as aplicações;
 - ▶ a distância intervém conforme o inverso do quadrado, portanto este é um fator fácil de ser inserido nos trabalhos onde seja possível realiza-la;
 - ▶ a natureza e a espessura das blindagens variam segundo a atividade, o tipo de radiação e a energia da radiação sendo emitida; na prática o material interposto permite proteger o operador.
-

Avaliação da Irradiação Externa

Esta avaliação é efetuada com os mesmos tipos de dosímetros que são utilizados em terapia e diagnóstico, os quais podem ser de utilização individual ou portátil.

Sobre os dosímetros individuais citamos os filmes dosimétricos. Certas aplicações exigem não somente o uso do dosímetro portado na altura do peito, como prevê a regulamentação, mas também em pontos particulares do organismo tais como os punhos. Este é o caso do pessoal envolvido na preparação e na administração das injeções de material radioativo para as aplicações *in vivo*.

Para a dosimetria legal, são aplicados três outros tipos de dosímetros: a caneta dosimétrica, o dosímetro termoluminescente e o dosímetro de controle individual equipado geralmente com um pequeno contador geiger-muller ou com um detetor semiconductor.

No domínio dos detetores portáteis geralmente são utilizados o contador geiger-muller e a câmara de ionização. O primeiro é particularmente sensível e por esse fato às vezes é utilizado para a detecção de fugas de radiação e busca de material perdido, já o segundo permite medir diretamente uma dose absorvida.

Contaminação Radioativa

Além da radiação recebida de fontes externas ao corpo, temos também interesse nas substâncias radioativas que podem ser conduzidas para dentro do corpo e causarem irradiação interna de corpo inteiro ou em algumas partes do corpo.

Quando o material radioativo não é acondicionado em recipientes selados existe sempre a possibilidade que parte do material seja, acidentalmente, espalhado em locais onde jamais se suporia encontra-lo. A presença destes materiais em tais lugares é denominada contaminação.

A análise da contaminação nos locais de trabalho é muito importante, porque, subseqüentemente, o material presente nela poderá ser conduzido para dentro do corpo pela ingestão (engolindo), ou pela inalação (respirando), ou por outras vias (por exemplo, pela cute da pele).

Com o propósito de controlarmos as doses de radiação dos trabalhadores, é necessário controlarmos os níveis de contaminação em superfícies e no ar dos locais onde são manuseados materiais radioativos, e em algumas situações também é necessária a medida ou estimativa da quantidade de material radioativo que os trabalhadores possam ter conduzido para dentro de seus corpos.

Finalmente, quando ocorre a descarga de materiais radioativos no meio ambiente, existirá uma variedade de vias, pelo menos em princípio, pelas quais poderão causar irradiação em pessoas, por exemplo, pela sua incorporação nos alimentos ou suprimento de água e, como consequência, necessitamos monitorar vários aspectos ambientais.

Meios de Proteção contra a Contaminação

A proteção contra a contaminação é assegurada por certos equipamentos, principalmente, pela aplicação das normas relativas à manipulação segura de materiais radioativos. Estas normas são apresentadas nos Quadros 24.1. a 24.3.

Quadro 24.1: Manipulação de fontes

VOCÊ NÃO DEVE FAZER	VOCÊ DEVE FAZER
Manipular as fontes com as mãos nuas.	Usar as luvas que lhes são fornecidas para manipular o material radioativo.
Pipetar soluções com a boca.	Não pipetar as soluções sem possuir os dispositivos adequados.
Prolongar inutilmente a duração das manipulações de material radioativo.	Reduzir ao máximo a duração das manipulações de material radioativo.
Aproximar-se inutilmente de frascos contendo soluções radioativas.	Trabalhar à distância máxima das fontes de radiação compatíveis com boa execução das tarefas (usar pinças).
Manipular sem protetores de emissor β e γ quando a atividade for superior a 1 mCi.	Utilizar as espessuras de proteção adaptadas à natureza da radiação.
Proceder à transferência de substâncias radioativas sem precauções especiais.	Não efetuar a transferência de substâncias radioativas sem uma bandeja recoberta por uma folha periodicamente removível.
Evaporar ao ar livre as substâncias radioativas.	Não evaporar as soluções radioativas sem possuir uma capela ventilada.
Despejar as vasilhas contaminadas numa pia não destinada a este uso.	Despejar a vasilha contaminada exclusivamente nas pias previamente destinadas para tal uso.

Quadro 24.2: Gestão de fontes de radiação

VOCÊ NÃO DEVE FAZER	VOCÊ DEVE FAZER
Classificar segundo entrega os materiais radioativos no interior do depósito de estocagem sem a inscrição sua no registro de contabilidade.	Inscriver no registro de contabilidade todas as entregas de fontes de radiação e coloca-las em seguida no depósito de estocagem.
Tirar antecipadamente uma quantidade qualquer de substância radioativa sem proceder seu registro.	Registrar todo consumo de substância radioativa no registro de contabilidade das fontes de radiação.
Deixar em frasco encerrado uma preparação radioativa sem a identificação de maneira precisa.	Identificar imediatamente de forma explícita (data, natureza, atividade), todo frasco ou recipiente no qual venha a introduzir uma preparação radioativa (com etiqueta auto colante, exclusivamente).

(continua)

Quadro 24.2 - Gestão de fontes de radiação (continuação)

VOCÊ NÃO DEVE FAZER	VOCÊ DEVE FAZER
Deixar amontoar no laboratório, as fontes de radiação ionizante inutilizadas.	Classificar imediatamente no seu depósito de estocagem as fontes radioativas inutilizadas.
Livrar-se de substâncias radioativas da zona de controle sem autorização expressa.	Não se livrar de substâncias radioativas da zona de controle sem prescrição escrita do chefe de serviço ou de seu delegado.

(conclusão)

Quadro 24.3 - Gestão dos rejeitos radioativos

VOCÊ NÃO DEVE FAZER	VOCÊ DEVE FAZER
Lançar os rejeitos radioativos sem discriminação.	Dispor os rejeitos radioativos em conformidade as instruções pertinentes que lhes dizem respeito.
Lançar no circuito de rejeitos comuns às embalagens com as inscrições admitindo que elas ainda contenham substâncias radioativas.	Não lançar no circuito de rejeitos comuns as embalagens vazias sem antes ter verificado e ter retirado toda indicação específica da presença de substâncias radioativas.

Sob o ponto de vista individual é conveniente acrescentar as seguintes regras:

- ▶ uso de um avental reservado ao trabalho em área controlada;
- ▶ manipulação de material radioativo sob forma não selada somente com luvas descartáveis;
- ▶ pipetagem de soluções unicamente por meio de dispositivos pneumáticos.

Um outro aspecto de radioproteção contra a contaminação diz respeito aos rejeitos radioativos.

24.3.2. Avaliação da Contaminação

A avaliação da contaminação é muito mais complexa que irradiação externa, além de ser necessário distinguir os vários tipos de contaminação, a saber: contaminação de pessoas e do ambiente. Sobre o segundo caso há que se distinguir a contaminação de superfície da atmosférica. Sem esquecer da contaminação dos líquidos nos trabalhos que envolvem a eliminação de rejeitos radioativos líquidos.

As características físicas dos radioelementos manipulados devem ser condicionadas ao tipo de detector ou à análise utilizada para a avaliação da contaminação.

Contaminação das Pessoas

- ▶ controle da atividade presente em urina recolhida durante 24 horas; válido para qualquer radioelemento;
- ▶ exame antropogamamétrico, ou contagem externa; válido para os emissores gama.

Contaminação de Superfície

- ▶ se a contaminação é fixa, o risco recai somente sobre a irradiação e não se refere às regras expostas;
- ▶ se a contaminação é removível, poderá conduzir a uma contaminação externa ou interna.

A detecção da contaminação pode ser feita diretamente com um detector de grande área. Este método só pode ser aplicado em superfícies planas e, sobretudo para radioelementos emissores beta e gama suficientemente energéticos. A outra técnica consiste em efetuar previamente um esfregão sobre a superfície a ser examinada, e posteriormente submetê-lo aos métodos clássicos de contagem beta-gama.

Contaminação Atmosférica

- ▶ a inalação é o meio mais freqüente de contaminação interna, é conveniente verificar se os níveis encontram-se inferiores aos limites de incorporação anuais, LIA, correspondentes à quantidade em bequerel, que incorporado em um ano, proporcionaria uma exposição igual aos limites de dose para trabalhadores, 50 mSv.
- ▶ diversos sistemas baseiam-se numa bomba aspiradora do ar equipada com um filtro, a fim de reter a contaminação atmosférica, permitindo verificar o nível de contaminação do seu usuário.

24.3.3. Regras para o Pessoal

A radioproteção do pessoal num serviço de medicina nuclear baseia-se sob dois prismas, a saber: por uma parte a formação e a informação como medidas preventivas de radioproteção e por outro lado a monitoração individual.

Rejeitos Radioativos

Os rejeitos radioativos em um serviço de medicina nuclear devem ser objeto de uma eliminação controlada. Os rejeitos são apresentados sob a forma sólida ou líquida, combustível ou não, aquoso ou orgânico, com as atividades e meias vida muito variáveis. Assim a avaliação desses rejeitos é feita tendo em conta as suas características, sob o domínio público (lixo convencional e esgoto); ou para a intermediação da entidade reguladora especializada.

Rejeitos Sólidos

Os rejeitos sólidos podem ser lançados com o lixo convencional se a atividade em massa for inferior a $2 \mu\text{Ci} \cdot \text{kg}^{-1}$, e se a atividade total, por dia, não exceder a:

0,1 μCi a 100 μCi de acordo com a classificação do radioelemento em seus respectivos grupos.

Se estas condições não forem respeitadas os rejeitos têm que ser eliminados por um órgão especializado, que neste caso é a entidade reguladora.

Os radioelementos cuja meia vida é menor ou igual à 100 dias devem ser estocados para decaimento, e após um tempo de espera adequado devem ser lançados como rejeitos convencionais.

Rejeitos Líquidos

Independentemente dos solventes que devem ser eliminados por um organismo especializado, os líquidos aquosos podem ser eliminados nos esgotos mediante certas condições:

- ▶ ao nível de quartos de enfermos ou de banheiros do serviço de medicina nuclear, os condutos de eliminação das águas servidas devem estar ligados a um dispositivo de tanques de decaimento e ou diluição;
- ▶ ao nível de laboratórios os rejeitos líquidos não podem ser eliminados, a não ser nas pias ativas ligadas aos sistemas de coleta ou a um dispositivo de tanques de decaimento e ou de diluição;

24.3.4. Acondicionamento dos Rejeitos

Os rejeitos devem ser armazenados em um local reservado a eles para futura disposição como rejeito convencional ou para encaminhamento a um organismo especializado.

Acondicionamento de Rejeitos Sólidos

Ao nível dos laboratórios ou do serviço de medicina nuclear, estes rejeitos devem ser acondicionados em sacos se possível em papel duplo dentro de uma bolsa plástica. O saco deve ser identificado pela natureza do rejeito, a atividade presente e a data em que foi eliminado.

Acondicionamento de Rejeitos Orgânicos Líquidos

Estes rejeitos são recuperados em bombonas de polietileno de volume variável, mas sempre transferidas para bombonas padronizadas de 30 litros. Estas bombonas são colocadas em tambores metálicos de 100 litros coberto com saco de polietileno. Ao tambor adiciona-se uma substância absorvente.

Os rejeitos líquidos aquosos onde o nível de atividade exigido para lançamento como rejeito convencional não é alcançado, devem ser tratados da mesma maneira.

Rejeitos Líquidos Aquosos

É conveniente ter um dispositivo de recolhimento dos rejeitos líquidos aquosos que permita a sua diluição, decaimento e posterior eliminação.

Parte VI

Infecções Virais e

Vacinas

Sumário

25. Biossegurança no Diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Abordagem HIV e HTLV	443
25.1. Introdução.....	443
25.2. Biossegurança no diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Abordagem HIV e HTLV 443	
25.2.1. Prevenção da Transmissão do HIV para Profissionais de Saúde.....	444
25.2.2. Recomendações para Profilaxia Pós-Exposição	446
25.2.3. Desinfecção, Descontaminação e Descarte de Material Perfuro-Cortante	446
25.2.4. Equipamentos de proteção individual (EPI)	447
25.3. Bibliografia Básica.....	448
26. Doenças: Procedimentos de Registro e Possibilidades de Imunoprofilaxia/Vacinoterapia	449
26.1. Apresentação	449
26.2. Introdução.....	450
26.3. Parte I.	451
26.3.1. Doenças: Procedimentos de Registro e Possibilidades de Imunoprofilaxia.....	451
26.3.2. Imunização Passiva ou Soroterapia	454
26.3.3. Imunização Ativa ou Vacinoterapia.....	454
26.3.4. Imunoprofilaxia / Vacinoterapia do Trabalhador da Área das Ciências Biológicas e da Saúde.....	456
26.3.5. Equívocos, Enganos e Mitos	466
26.4. II Parte - Vacinas de DNA	471
26.5. Referências.....	473
26.6. Referencias Adicionais	475
27. Biossegurança no Diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Víruses Hepatotrópicas / Hepatites	5
27.1. Apresentação	477
27.2. Víruses Hepatotrópicas de Transmissão Entérica Diagnóstico e Profilaxia.....	478
27.3. Víruses Hepatotrópicas de Transmissão Parenteral e Sexual	479
27.3.1. Aspectos Gerais da Infecção pelo VHC	479
27.3.2. Epidemiologia	479
27.3.3. História Natural	480
27.3.4. Variabilidade Genômica	481
27.3.5. Quadro Clínico	481
27.3.6. Diagnóstico Sorológico	482
27.3.7. Histopatologia	482
27.3.8. Vírus da Hepatite B (VHB) - Aspectos Gerais.....	482
27.3.9. Vírus da Hepatite D (VHD)- Aspectos Gerais	485

27.4.	Profilaxia e Biossegurança nas Viroses Hepatotrópicas de Transmissão Parenteral e Sexual	486
27.5.	Referência:	489

25. Biossegurança no Diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Abordagem HIV e HTLV

Carlos Brites

25.1. Introdução

Neste capítulo serão apresentados tópicos gerais por especialistas das diversas atuações e especialidades dentro da virologia. Serão desenvolvidos os temas referentes a generalidades de um laboratório de virologia, aspectos importantes num laboratório de experimentação com HIV, biossegurança no diagnóstico e tratamento de infecções virais – uma abordagem sobre HIV e HTLV e finalmente sobre infecções e patologias causadas pelos vírus da hepatite.

A formação geral do profissional que desenvolve atividades nas áreas das ciências da saúde ou biológica deve ser abrangente no que tange o conhecimento geral sobre infecções e fontes de infecções, cuidados e riscos de infecções.

25.2. Biossegurança no diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Abordagem HIV e HTLV

Profissionais de saúde estão constantemente sob risco de exposição ocupacional a patógenos transmitidos pelo sangue. Um dos agentes mais importantes neste aspecto é o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), classificado como um Lentivírus, de alto poder citopático, causando doença clínica na quase totalidade dos pacientes infectados. Outro retrovírus humano, o Vírus Linfotrópico de Células T Humanas (HTLV), um Oncovírus que se caracteriza pela multiplicação predominantemente clonal, de baixo potencial citopático, por outro lado, tem um papel limitado no tocante à transmissão para profissionais de saúde, no seu dia a dia.

Habitualmente, a exposição a estes agentes ocorre através de acidentes perfurocortantes com agulhas ou outros instrumentos cortantes, contaminados por sangue de pacientes infectados, ou por contato de secreções de pacientes com a mucosa do olho, narinas, boca ou com a pele. Os fatores determinantes do maior ou menor risco de contágio incluem: número de pessoas infectadas na população, tipo e número de exposições, e quantidade de vírus no sangue do paciente. Assim, sabemos que a maioria das exposições não resulta em infecção. Os riscos que acompanham uma exposição específica variam com os seguintes fatores:

- ▶ O patógeno envolvido;
- ▶ O tipo de exposição;
- ▶ A quantidade de sangue envolvida na exposição;
- ▶ A quantidade de vírus no sangue do paciente no momento da exposição.

O tipo de agente envolvido em uma exposição ocupacional pode ser determinante na avaliação do risco de aquisição da infecção: sabemos que em uma exposição frequente, como acidente com agulha, o HIV é muito mais facilmente transmitido que o HTLV, pelas características de cada vírus. O HIV tem uma concentração de partículas virais por milímetro de plasma bastante variável, mas as partículas virais existentes neste fluido orgânico são prontamente transmitidas e esta transmissão independe da presença ou ausência de células, enquanto o HTLV, por apresentar uma cinética replicativa diferenciada, necessita a presença de material contendo células infectadas pelo vírus, para que a transmissão aconteça, uma vez que a quantidade de partículas virais livres no plasma é extremamente baixa, se comparado ao HIV. Assim, não existem relatos sobre a transmissão do HTLV para profissionais de saúde, por estas vias. Como as vias de transmissão são semelhantes para ambos agentes, as medidas de prevenção se aplicam igualmente aos dois grupos de vírus. Por este motivo, nos tópicos seguintes faremos referência apenas à transmissão ocupacional do HIV.

O tipo de exposição é fator de extrema importância na mensuração do risco de transmissão do HIV para profissionais de saúde. A extensão de um ferimento perfuro-cortante é diretamente proporcional ao risco de transmissão, assim como o tipo de material envolvido no acidente. Acidentes envolvendo agulhas, por exemplo, mostram claramente uma relação entre o diâmetro do orifício da agulha e a possibilidade de transmissão do HIV. Isto parece óbvio, uma vez que agulhas com maior calibre podem conter em seu interior maior quantidade de plasma ou sangue, elevando proporcionalmente o risco de contaminação.

Portanto, a quantidade de sangue envolvida na exposição também é um fator decisivo na definição dos riscos de infecção, após uma exposição ocupacional. Atenção a pacientes poli-traumatizados, ou apresentando quadros hemorrágicos importantes podem exemplificar situações onde os riscos são significativamente maiores, para profissionais de saúde que os atendem, principalmente se as recomendações adequadas não são seguidas.

Os profissionais de saúde mais expostos ao risco de transmissão do HIV, segundo estatísticas do CDC são: enfermeiras, médicos, faxineiros, técnicos de laboratório, fisioterapeutas, e dentistas. O risco estimado de transmissão do HIV após um acidente com agulha ou material cortante é 0,3%. Para acidentes envolvendo mucosas expostas a sangue contaminado pelo HIV, este risco cai para 0,1%, enquanto o contato de pequenas quantidades de sangue com pele intacta não foi conclusivamente associado com transmissão do HIV, até o momento. Entretanto, o risco pode ser consideravelmente elevado se o contato do sangue contaminado se dá com pele lesada, ou com pele íntegra, por tempo prolongado, ou ainda se uma maior extensão de pele é atingida pelo sangue infectado.

25.2.1. Prevenção da Transmissão do HIV para Profissionais de Saúde

A prevenção da transmissão do HIV para profissionais de saúde envolve medidas gerais de controle de infecções hospitalares, com ênfase naquelas que preconizam precauções com sangue e fluidos corporais. Em 1995 o CDC desenvolveu a estratégia das “precauções universais com sangue e precauções com fluidos corporais”, que estabelecem a necessidade de assumir todo e qualquer paciente como potencialmente contaminado pelo HIV e outros agentes transmitidos pelo sangue. Nos hospitais e demais setores envolvidos no cuidado a pacientes estas precauções devem ser seguidas por profissionais de saúde quando em atividades em que potencialmente sejam expostos a sangue e outros líquidos orgânicos (líquido amniótico, líquido pericárdico, líquido peritoneal, líquido pleural, líquido sinovial, líquido céfalo-raquiano, sêmen, e secreções vaginais), ou qualquer fluido corporal visivelmente contaminado por sangue. Estas precauções não se aplicam a fezes, urina, escarro, suor, lágrimas, secreções nasais, e

vômito, uma vez que não se documentou qualquer caso de transmissão por estes fluidos orgânicos. A saliva também não é considerada infectante, exceto em ambiente odontológico, devido ao risco de contaminação por sangue.

Uma vez que a distinção entre líquidos orgânicos “perigosos” e “não perigosos” é praticamente impossível de ser feita, em condições de trabalho habituais para profissionais de saúde, torna-se imperiosa a necessidade de tratar todo e qualquer líquido orgânico como potencialmente infectante. Portanto, para minimizar os riscos de aquisição da infecção pelo HIV durante o desempenho de tarefas habituais, os profissionais de saúde devem ser protegidos da exposição a líquidos potencialmente contaminados. Esta proteção pode ser conseguida pela estrita adesão às práticas de trabalho desenhadas para eliminar ou minimizar a exposição, assim como pelo uso de equipamento de proteção individual (EPI) como máscaras, capas, gorros e óculos, os quais criam uma barreira entre o profissional de saúde e o material infectante. A utilização associada destas abordagens propicia uma redução máxima no risco de exposição.

Uma vez que a exposição aconteça, uma série de medidas deve ser tomada para que a correta desinfecção do local onde ocorreu o acidente seja a mais eficiente possível, com adequada limpeza e descontaminação de equipamentos, dispositivos, roupas e do próprio ambiente, no sentido de evitar-se a repetição da exposição para outros profissionais de saúde. O descarte adequado de material contaminado também apresenta benefícios similares.

A redução do risco de exposição a agentes infectantes passa por medidas que envolvem o desenvolvimento de programas para proteção dos trabalhadores, que necessariamente devem incluir:

- ▶ classificação do tipo de atividade de acordo com o risco;
- ▶ desenvolvimento de procedimentos operacionais padronizados;
- ▶ programas de educação e treinamento;
- ▶ desenvolvimento de programas para avaliar e garantir adesão às normas estabelecidas;
- ▶ adequação do ambiente de trabalho.

A exposição de um profissional de saúde a um agente infectante deve ser seguida por uma série de medidas médicas imediatas:

- ▶ Coleta de amostra de sangue do indivíduo que originou o acidente, após obter consentimento do mesmo, para testar a presença de anticorpos contra o HIV;
- ▶ Coleta de amostra de sangue do profissional de saúde exposto, após aconselhamento do profissional, com a mesma finalidade (avaliação pós-exposição);
- ▶ O profissional deve ser orientado a atentar para quadro febril, erupção cutânea e linfadenopatia que eventualmente ocorram nas primeiras 12 semanas após a exposição (infecção aguda pelo HIV);
- ▶ Coletar novas amostras para testes após 6 e 12 semanas e após 6 meses, quando a grande maioria das pessoas infectadas já apresentaram soroconversão. Se paciente fonte foi soronegativo, considerar novo teste após 12 semanas, caso o profissional assim o deseje. Caso o paciente fonte seja desconhecido (acidente durante a coleta de lixo por exemplo), as decisões sobre a realização do teste devem ser individualizadas;

- ▶ Documentar adequadamente todas as fases do processo, com ênfase na atividade desenvolvida pelo profissional exposto, adesão às práticas recomendadas, e descrição da fonte de exposição;
- ▶ Implementar a profilaxia pós-exposição, com medicação anti-retroviral (vide recomendações a seguir);
- ▶ Garantir a confidencialidade durante todas as fases do processo.

25.2.2. Recomendações para Profilaxia Pós-Exposição

A partir das recomendações do CDC e do Ministério da Saúde do Brasil, recomenda-se que, em caso de exposição ocupacional ao HIV profilaxia com drogas antiretrovirais seja instituída, de acordo com o tipo de exposição. Assim em casos de exposição de alto risco a sangue (isto é, grande volume, carga viral elevada, lesão extensa) por via percutânea, mucosa ou de pele, deve-se introduzir esquema contendo AZT+3TC+IND durante 4 semanas, em doses habituais. Para exposições consideradas de risco aumentado (grande quantidade de sangue ou alto título viral) deve-se oferecer a associação de AZT+3TC, pelo mesmo período de tempo. Em caso de exposição a outros fluidos orgânicos não contendo sangue visível, ou não considerados infectantes, não se deve oferecer profilaxia, devido ao baixo risco de transmissão.

25.2.3. Desinfecção, Descontaminação e Descarte de Material Perfuro-Cortante

O descarte adequado de agulhas e material cortante é uma das principais medidas no combate a acidentes perfuro-cortantes. O descarte em recipientes apropriados, o cuidado no manuseio destes materiais, quando reutilizáveis, e combate ao re-encapamento de agulhas são medidas importantes na prevenção de acidentes.

A lavagem de mãos é medida essencial no atendimento imediato a uma exposição a fluidos orgânicos. Ao retirar-se luvas, deve-se lavar as mãos de imediato, mesmo que não haja contaminação visível da pele. Caso não existam condições locais para lavagem das mãos (ausência de pias, por exemplo), deve-se utilizar soluções antissépticas não aquosas, até a lavagem definitiva poder ser realizada.

A desinfecção e/ou esterilização de materiais e equipamentos, e do próprio ambiente deve levar em consideração que:

- ▶ Germicidas químicos rotineiros, em concentrações muito mais baixas que o habitual são capazes de inativar o HIV;
- ▶ Germicidas químicos, definidos como "esterilizantes" podem ser utilizados tanto para esterilização como para desinfecção de alto nível de dispositivos médicos, dependendo do tempo de exposição ao produto (glutaraldeído, por exemplo);
- ▶ Dispositivos re-utilizáveis ou itens que entrem em contato direto com membranas mucosas devem ser esterilizados ou receber desinfecção de alto nível;
- ▶ Materiais médicos que requeiram desinfecção ou esterilização devem ser limpos inicialmente, de modo a reduzir a quantidade de material orgânico na sua superfície, antes da exposição ao germicida;
- ▶ Não é necessário esforço extraordinário para a limpeza de pisos e superfícies, embora seja recomendável uma rotina adequada de limpeza. Uma solução barata e eficaz é Hipoclorito de sódio a 1%, tendo-se o cuidado apenas de evitar seu uso em superfícies metálicas, devido ao seu poder de corrosão.

A limpeza e descontaminação de respingos de sangue deve ser realizada após cobertura do material orgânico com solução germicida (hipoclorito, por exemplo), antes da sua remoção por profissional da limpeza, que obrigatoriamente deverá utilizar luvas e lavar suas mãos imediatamente após o procedimento.

O adequado processamento de roupas e de resíduos infectados deve ser feito sob estrito cumprimento destas recomendações, incluindo o uso de EPI por parte dos profissionais envolvidos no processo.

25.2.4. Equipamentos de proteção individual (EPI)

Os EPI devem estar sempre disponíveis para uso pelo profissional de saúde. As situações nas quais existam riscos potenciais de exposição devem ser antecipadas, de modo que o preparo adequado dos profissionais ocorra antes que uma situação de potencial exposição ocorra. Em momentos onde a chance de ocorrência de exposição seja considerada elevada, o profissional de saúde deve utilizar o EPI **antes** de ser exposto ao risco potencial. Abaixo, listamos as situações onde a utilização destes equipamentos é mais necessária:

- ▶ **Luvas:** devem estar sempre disponíveis em ambientes onde emergências possam ocorrer, inclusive com pares extras para reposição se necessário. Em situações como traumas extensos com sangramento profuso, o profissional deve escolher luvas o mais ajustado possível de modo a evitar que o sangue possa penetrar pelo punho da luva, se a mesma estiver muito folgada. Contaminação da luva com sangue implica em troca imediata por outro par limpo;
- ▶ **Máscaras, óculos e gorros:** Devem ser usados em situações onde os respingos de sangue ou material contaminado seja previsível. Pacientes que não estejam sangrando ou que não apresentem material orgânico contaminado por sangue usualmente não requerem proteção de barreira para seu atendimento;
- ▶ **Equipamento de ressuscitação:** apesar de não haver nenhum caso registrado de contaminação pelo HIV devido à prática de respiração boca-a-boca, o risco de transmissão de outros patógenos como Herpes simples e Neisseria meningitidis torna recomendável o uso de material descartável para ventilação ou mesmo equipamento para ventilação mecânica, onde estes cuidados sejam necessários.

Casos específicos como pessoal encarregado da remoção de cadáveres, realização de autópsias, exames de corpo delito devem receber o mesmo tipo de orientação, a depender da exposição potencial que venham a ter. Para testes de laboratório, enfatizar que pipetagem com a boca NUNCA deve ser realizada.

Em conclusão, o risco de transmissão ocupacional do HIV pode ser considerado baixo, para uma única exposição, mas a chance de transmissão pode variar significativamente em decorrência de fatores do paciente fonte, tipo de material envolvido na exposição e características do profissional de saúde. A adoção sistemática de políticas de prevenção de acidentes, e o estrito cumprimento das chamadas precauções básicas pode reduzir drasticamente os riscos de contaminação para o profissional de saúde. Para isto é essencial que as instituições de saúde implementem programas baseados na educação do pessoal, monitoramento da adesão às normas existentes e registro rotineiro dos casos de exposição ocupacional, reavaliando continuamente o impacto das medidas tomadas, adequando-as à sua realidade sempre que se faça necessário.

25.3. Bibliografia Básica

- ▶ BRASIL. Ministério da Saúde. **Infecção pelo HIV em adultos e adolescentes. Recomendações para terapia antiretroviral.** 1999.
- ▶ Centers for Disease Control and Prevention. **Sterilization or disinfection of patient-care equipment:** HIV-related. 1999.
- ▶ _____. **CDC personell health guideline.** AJIC, Vol.26 Number 3, June 1998.
- ▶ _____. **Exposure to blood.** What health-care workers need to know. 1998.
- ▶ _____. **Guidelines for prevention of Human Immunodeficiency Virus and Hepatitis B virus to health-care and public-safety workers.** MMWR vol. 38, No.S-6, 1989.
- ▶ RUTALA, W. A. **APIC guideline for selection and use of disinfectants.** Am J Infect Control, 1996; 24:313-42.

26. Doenças: Procedimentos de Registro e Possibilidades de Imunoprofilaxia/Vacinoterapia

DIVEP – SESAB⁷

Ivana Nascimento, Robert Schaer, Roberto Meyer e Songeli Menezes Freire⁸

Sérgio Costa Oliveira⁹

26.1. Apresentação

Utilizando-se o conceito de Breilh. 1997, “A sociedade é composta por indivíduos espacialmente separados e territorialmente distribuídos, que se relacionam nos níveis ambientais, sociais e econômicos, estando por sua vez em constante processo de mudança que sempre tendem ao equilíbrio”, observa-se que a medida que o homem modifica ou é submetido a fatores capazes de modificar essas relações, ocorrem alterações nos processos sociais desses indivíduos que se refletem no biológico, social e psicológico, ocasionando um desequilíbrio nessas forças que podem desencadear danos à sua saúde. Portanto, a partir da modificação da interação entre homem e ambiente físico e social, podem surgir ameaças à sua saúde, traduzidas por agravos/doenças, ou seja, quebra da cadeia biológica natural (Poulovsky, 1950).

Desde os primórdios da humanidade que o homem sofre as ações de agentes infecciosos causadores de danos à sua saúde. Durante muito tempo as únicas formas de prevenção era o isolamento e a quarentena dos indivíduos acometidos, medidas estas de caráter coercitivo, que pouco impactava no curso da doença. Só a partir da era moderna com o surgimento do paradigma da “Teoria Microbiana”, é que um novo enfoque é dado tanto ao tratamento, com uso de antibióticos e quimioterápicos, que veio não apenas reduzir o tempo de enfermidade, como o uso de imunobiológicos, vacinas e soros, uma das mais importantes medidas de prevenção, controle e erradicação de doenças.

A X Conferência Nacional de Saúde apresentou como proposta de temário o “modelo de atenção à saúde voltado para a qualidade de vida”, onde as ações de promoção, prevenção, recuperação e reabilitação fossem articuladas em uma dupla dimensão, individual e coletiva. Nessa perspectiva é que surgiu a “Vigilância da Saúde”, um novo modelo alternativo de intervenção, onde se articula a assistência individual com as questões da saúde coletiva, propondo intervenções que evitem o adoecimento e promovam a melhoria das condições de vida da população. De um modo geral, a vigilância da saúde, visa o controle de agravos à saúde no plano individual e no plano coletivo, procurando conhecer os riscos e ameaças à saúde e com isso prever e detectar precocemente as doenças evitando a sua ocorrência, além de propor medidas de controle eficientes.

Desse modo, ampliam-se os objetos dos “Programas de Prevenção” que ultrapassam os limites da monitorização das doenças infecto contagiosas, objeto de trabalho da

⁷ Apresentação do Capítulo

⁸ Parte I

⁹ Parte II

vigilância epidemiológica que obedece a uma racionalidade técnico-sanitária fundamentada na clínica e na epidemiologia. E do controle sobre produtos e serviços, objeto principal da vigilância sanitária que obedece a uma racionalidade política-jurídica fundamentada nas normas que regulamentam a produção, distribuição e consumo de bens e serviços (Costa, 1998). Além da reorganização dos "Serviços Assistenciais" na qual a oferta organizada de serviços suplantasse as ações dirigidas ao atendimento da demanda espontânea, bem como as ações realizadas a partir da implantação dos programas especiais (Saúde da Família e Agentes Comunitários de Saúde), dirigidos a grupos populacionais específicos, como: materno-infantil, idosos, adolescentes, trabalhadores, etc.

Esta nova visão corresponderia a um modelo assistencial que incorpore e supere os modelos vigentes, redefinindo seu objeto e superando a dicotomia hoje existente entre as práticas individuais (assistência ambulatorial e hospitalar) e as práticas coletivas (vigilância epidemiológica e sanitária) e que objetive a intervenção sobre os problemas de saúde, quer sejam eliminadas de potenciais riscos e/ou determinantes, redução dos danos e/ou diminuição de seqüelas e incapacidades. E com isso promova a melhoria das condições de vida da população.

26.2. Introdução

A imunoprofilática através da vacinação e o registro de doenças faz parte do principal mecanismo de controle de saúde e contenção de problemas epidêmicos para o bem estar socio-pólitico-econômico de um País.

A preocupação na confecção de um calendário de vacinação, administração de serviços e controle são responsabilidade do Ministério de Saúde da Nação e Secretarias de Saúde dos Estados e Municípios que se organizam e associam para o bem da população. No Brasil há diversas instâncias com a responsabilidade de executar esta tarefa tão importante que dá segurança e estabilidade a saúde do povo. As diversas empresas e agências que executam programas comerciais ou gratuitos com técnicos empregados ou voluntários devem estar programados, preparados e preocupados com o sucesso do processo de vacinação individual e em massa de forma constante ou temporária em esquemas de campanhas.

O presente trabalho foi preparado com cuidado e está dirigido para a divulgação de conhecimento geral no meio de técnicos e estudantes que participam da atividade de aplicação ou administração de doses na vacinação ou na formação de novos profissionais que atuam direta ou indiretamente na área.

As doenças que devem ser registradas ou notificadas devem ser comunicadas aos setores de Vigilância e Epidemiologia da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia.

As informações precisas sobre locais de aplicações de doses e pelos processos de vacinação são oferecidas nas agências e diretorias do Estado

26.3. Parte I.

26.3.1. Doenças: Procedimentos de Registro e Possibilidades de Imunoprofilaxia

Entre os diversos desafios da imunologia que incluem o desenvolvimento de métodos de diagnóstico clínico e laboratorial sensível, específico, reprodutivo, seguro e precoce, estão os métodos preventivos, profiláticos e terapêuticos eficazes. O tema vacinação é de domínio da imunologia bem como o método de prevenção e de diagnóstico precoce, assim como de acompanhamento de infecções e doenças ocupacionais adquiridas em acidentes de trabalho.

Neste capítulo são apresentados temas abordados no trabalho "Doenças e Vacinas" do *site* da Organização Mundial da Saúde (OMS), preparado com apoio do *Centro de Controle de Doenças (CDC) de Atlanta, Estados Unidos*, onde são descritas as vacinas recomendadas para uso geral e para trabalhadores em áreas de risco. A Segunda parte do capítulo contempla uma revisão sobre as promissoras vacinas de DNA.

A versão tratada refere-se basicamente àquela disponível na Internet em julho de 2000 nas páginas:

- ▶ <http://www.who.int/vaccines-diseases/safety/prof/Module%201.html>
- ▶ <http://www.who.int/vaccines-diseases/safety/prof/misconcept.htm>

Registro atual das doenças infecciosas que necessitam ser notificadas aos setores de Controle de Vigilância Sanitária e Secretaria de Saúde:

- ▶ Doenças de surgimento novo;
- ▶ Encefalopatia espongiforme bovina;
- ▶ Úlcera de Buruli;
- ▶ Cólera;
- ▶ Febre hemorrágica pelo vírus Ebola;
- ▶ Febres hemorrágicas;
- ▶ Hepatites virais;
- ▶ SIDA /AIDS;
- ▶ Influenza;
- ▶ Lepra;
- ▶ Meningite;
- ▶ Raiva;
- ▶ Doenças Sexualmente Transmitidas (DST);
- ▶ Tuberculose;
- ▶ Zoonoses.

Registro atual das doenças tropicais:

- ▶ Tripanosomíase africana (doença do sono);
- ▶ Tripanosomíase americana (doença de Chagas);
- ▶ Dengue;
- ▶ Leishmaniose (Calazar);
- ▶ Filariose linfática;
- ▶ Malária;
- ▶ Oncocercose;
- ▶ Esquistosomose;

Registro atual da disponibilidade mundial das vacinas existentes e que fazem parte da profilaxia de doenças causadas por:

- ▶ Vírus de infecção respiratória aguda;
- ▶ *Corynebacteria diphtheriae*;
- ▶ Vírus da Dengue;
- ▶ *Hemophilus influenzae*;
- ▶ Vírus da Hepatite B;
- ▶ Vírus da Encefalite japonesa;
- ▶ *Neisseria meningitidis*;
- ▶ *Clostridium tetani*;
- ▶ Vírus do Sarampo;
- ▶ Vírus da Caxumba;
- ▶ Vírus da poliomielite;
- ▶ Rotavírus;
- ▶ *Bordetella pertussis*;
- ▶ Rotavírus;
- ▶ *Streptococcus pneumoniae*;
- ▶ Shigella;
- ▶ *Mycobacterium* spp;
- ▶ *Salmonella typhi*;
- ▶ Vírus da Varicela;
- ▶ Deficiência de Vitamina A;
- ▶ Vírus da Febre Amarela.

Registro das doenças que não apresentam necessidade de notificação nas agências de saúde:

- ▶ Asma;
- ▶ Câncer;
- ▶ Doença cardiovascular;
- ▶ Doença reumática crônica;
- ▶ Diabetes;
- ▶ Doença relacionada com a genética humana;
- ▶ Uso do tabaco;
- ▶ Saúde oral.

A OMS chama atenção especial para alguns cuidados referentes à saúde e ao bem estar social:

- ▶ Ar;
- ▶ Segurança química;
- ▶ Clima e saúde;
- ▶ Qualidade da água de consumo / água de beber;
- ▶ Campos eletromagnéticos;
- ▶ Campo eletromagnético;
- ▶ Epidemiologia do meio ambiente;
- ▶ Saúde;
- ▶ Sanitária;
- ▶ Segurança alimentar;
- ▶ Saúde, meio ambiente e desenvolvimento;
- ▶ Cidades saudáveis;
- ▶ Ruído;
- ▶ Saúde ocupacional;
- ▶ Segurança em radiação;
- ▶ Reabilitação;
- ▶ Radiação Ultravioleta;
- ▶ Resíduos sólidos e perigosos;
- ▶ Suprimento de água e saneamento;
- ▶ Avaliação dos esquemas de pesticidas pela OMS (WHO - Pesticide Evaluation Scheme / WHOPES);
- ▶ Mulher, saúde e meio ambiente;

- ▶ Vacinação;
- ▶ Imunização.

Na visão do imunologista as medidas profiláticas ou terapêuticas, relacionadas com imunização passiva ou ativa, podem ser realizadas de diversas formas. Alguns procedimentos apresentam reações adversas que ocorrem durante ou passado um período de tempo após sua aplicação, e as mais comuns divulgadas e discutidas atualmente estão a seguir.

26.3.2. Imunização Passiva ou Soroterapia

A soroterapia pode ser realizada sob recomendação médica com anticorpos homólogos através da administração de gama globulina humana em alguns indivíduos, embora possa gerar em certos casos de hipersensibilidade devido aos aloantígenos.

Outro tipo de proteção passiva se dá através da transferência de anticorpos ou células específicas de origem heteróloga, com os exemplos maiores pela administração de soros de coelho, soro equino hiperimune, por exemplo, em pacientes humanos. Os efeitos adversos, colaterais pós-administração estão relacionados com a enfermidade do soro que pode ser desencadeada em 8 a 10 dias posterior a inoculação e é devida a anticorpos citotrópicos.

A administração de soros antiofídicos deve ser realizada com cuidado e em circunstâncias recomendadas pelas agências de saúde.

26.3.3. Imunização Ativa ou Vacinoterapia

As vacinas utilizadas para prevenir enfermidades infecto-contagiosas são compostas atualmente por diferentes unidades do microorganismo, podendo ser preparada com o organismo vivo, geralmente atenuado, ou morto, ou ainda com frações naturais do microorganismo (polissacarídios, frações peptídicas e protéicas, DNA) ou advindas com as técnicas de biologia molecular.

As complicações que podem surgir como consequência da vacinação:

- ▶ **As reações de hipersensibilidade** – desencadeadas geralmente pelos componentes que acompanham o imunógeno, provenientes dos meios de cultivo, ou do tecido onde o microorganismo foi incubado. Pode ocorrer também a deposição de complexos imunes Ag-Ac no caso do toxóide tetânico;
- ▶ **Reações anafiláticas** - geradas em pessoas sensibilizadas anteriormente com componentes, como ocorre com as proteínas do frango que são inoculadas com as vacinas preparadas com o embrião de galinha.

Fenômenos de auto-imunidade podem ser observados com alguns agentes imunizantes que ao se associar a proteínas do indivíduo vacinado (como, por exemplo, ocorre em vacinas virais) alteram os tecidos e desencadeiam um quadro como a encefalite na vacinação contra a varicela.

As vacinas mais comuns e disponíveis em postos de saúde ou a venda em alguns estabelecimentos privados de serviços de saúde encontram-se listadas no decorrer deste capítulo.

Vacinas virais individuais

- ▶ Vírus atenuado: sarampo, caxumba, pólio (Sabin), rubéola e varicela;
- ▶ Vacinas inativadas (mortas): pólio (Salk), influenza, raiva;
- ▶ Vacinas de subunidades: hepatite B, influenza.

Vacinas Bacterianas individuais

- ▶ Viva atenuada: Bacilo Calmette-Guérin (BCG) para a tuberculose;
- ▶ Vacina inativada (morta): *Bordetella pertussis* (coqueluche), *Salmonella typhi* e *S. paratyphi* (febre tifóide);
- ▶ Vacina de subunidade: toxina modificada ou toxóide;
- ▶ Neurotoxina *chlostridium tetani* quimicamente inativada;
- ▶ Toxina do *Corynebacterium diphtheriae* quimicamente inativada;
- ▶ Polissacarídeo da parede celular do *Haemophylus influenzae* tipo b (Hib);
- ▶ Polissacarídeos da parede celular da *Neisseria meningitidis* A e C.

*Outra vacinas atenuadas são a da Cólera aviária e do *Bacillus anthracis*.

Vacinas associadas/combinadas tríplices

- ▶ DPT: difteria, pertussis e tétano;
- ▶ MMR: sarampo, caxumba e rubéola.

Vacinas recomendadas no primeiro ano de vida no Brasil

- ▶ Anti-poliomielite (Sabin);
- ▶ Triplíce (DPT);
- ▶ Anti-tuberculose (BCG);
- ▶ Anti-sarampo.

Vacinas recomendadas no Brasil

- ▶ anti-tétano;
- ▶ anti-difteria e anti-tétano;
- ▶ anti-hepatite;
- ▶ anti-Hemophilus;
- ▶ anti-Varicela.

Vacinas recomendadas em caso de viagem

Divulgada na revista: Isto É, no. 1561 de 1/9/1999 p. 53 (referencia – citada: “informações obtidas no Instituto Paulista de Imunizações e Prevenções”)

Vacinas recomendadas para brasileiros que viajam para alguns estados, regiões ou países

- ▶ **Amazonas:** difteria, tétano, sarampo;
- ▶ **Pantanal:** Caxumba, rubéola, pólio;
- ▶ **Tocantins:** Hepatite A e B, febre tifóide;
- ▶ **África do Sul:** difteria, tétano, sarampo, caxumba, rubéola, pólio, hepatite A e B, febre tifóide, febre amarela, anti-rábica;
- ▶ **Chile, Egito e Haiti:** difteria, tétano, sarampo, caxumba, rubéola, pólio, hepatite A e B, febre tifóide, febre amarela, anti-rábica;
- ▶ **EUA e França:** difteria, tétano, sarampo, caxumba, rubéola, pólio, hepatite A e B, febre tifóide, meningite meningocócica;
- ▶ **Nepal:** difteria, tétano, sarampo, caxumba, rubéola, pólio, hepatite A e B, febre tifóide, febre amarela, anti-rábica, meningite meningocócica.

26.3.4. Imunoprofilaxia / Vacinoterapia do Trabalhador da Área das Ciências Biológicas e da Saúde

É recomendado a todo pessoal técnico-profissional de saúde, incluindo o de laboratório, a vacinação contra difteria, caxumba, febre tifóide, hepatite, poliomielite, rubéola, sarampo, tétano, tuberculose causada por *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*. Os médicos veterinários devem ser vacinados também contra a raiva.

Os Laboratórios dos Estados Unidos sob recomendação da Organização Mundial da Saúde (1995) aconselhavam a vacinação apropriada ou a aplicação dos toxóides ao pessoal que trabalhava com animais ou os que manipulavam diretamente com alguns microorganismos como o *Bacillus anthracis*, *Clostridium botulinum*, *Francisella tularensis* tipo A, *Mycobacterium leprae*, *Neisseria meningitidis*, *Yersinia pestis*, vírus da raiva, vírus da febre hemorrágica, vírus da encefalomielite equina da Venezuela, entre outros.

No que se refere ao cuidado do profissional e do cidadão que necessita assistência e instrução para uma melhor condição de vida resgatamos neste capítulo a partir da página da OMS os itens que abordam tópicos sobre vacina e alguns conceitos equivocados sobre imunização.

Os profissionais que auxiliam e/ou participam ativamente de campanhas de prevenção e vacinação, ou em postos de saúde onde são administradas as diversas vacinas devem ter noção e estar preparados para esclarecer os pacientes que chegam com dúvidas e medos sobre vacinas.

A OMS divulga uma lista de perguntas mais comuns preparada pelo CDC (Centro de Controle de Doenças - Estados Unidos). Transcrevemos as informações gerais atuais referentes às dúvidas mais comuns em forma de perguntas e respostas sobre Vacinas no *site* da OMS.

▶ **O que é vacina?**

Vacina é uma preparação não patogênica de microorganismos inteiros mortos ou modificados ou de seus componentes, que induzem um estímulo de uma resposta imune específica no indivíduo vacinado contra o microorganismo patogênico.

Tal imunização induz a proteção contra subseqüentes ataques ou infecções causadas pelos correspondentes microorganismos patogênicos.

Algumas vacinas são constituídas por **microorganismos vivos**, que de forma geral ocorrem naturalmente e que compartilham importantes antígenos com patógenos, mas não são eles próprios patogênicos. O risco deste tipo de vacina é a contaminação e patologia em pacientes com comprometimento imunológico (imunossuprimidos e imunodeficientes). Uma das vantagens é que o micróbio pode ser transmitido de indivíduos vacinados a outros indivíduos da população.

Como historicamente descreveu a varíola bovina e desenvolveu a vacina anti-variolica, Edward Jenner, em 1798, ao utilizar o vírus da vacínia (varíola bovina) que está relacionado com a varíola humana, mas causa infecção inaparente e auto-limitante em pessoas normais, enquanto induz imunidade tanto contra a varíola humana quanto a ele próprio. Outro tipo de vacina com micróbios não patogênicos é a preparada com o *Mycobacterium bovis*, o "Bacilo Calmette-Guérin" (BCG), que pode ser utilizada viva contra o *Mycobacterium tuberculosis*.

Outro tipo é o descrito com **microorganismos mortos** que, por processos físicos ou químicos, perdem a capacidade de proliferar e de causar infecção ou doença, ou **microorganismos atenuados**, conseguidos pela utilização de métodos biológicos convencionais, que, crescendo por longos períodos de tempo em células de uma espécie que não é o seu hospedeiro habitual, perdem a capacidade infectante.

Por primeira vez, Louis Pasteur em 1880 descreveu a vacina atenuada desenvolvida por passagem do vírus da raiva canina adaptando-o ao crescimento em coelho.

A defesa contra o microorganismo varia de acordo com o tipo de resposta imune desencadeada. A vacina com micróbio vivo induz uma resposta imune celular enquanto que a vacina morta induz uma resposta imune humoral baseada na forma de apresentação de antígeno aos linfócitos (Stites, 1997). O fundamento principal que sustenta o fato de que a vacina contra pólio desenvolvida com vírus morto por Jonas Salk foi superada por Sabin ao utilizar o vírus vivo atenuado. Em muitos casos as mutações exatas de atenuação não são conhecidas. Entretanto em raras situações ocorrem mutações ocasionais e adicionais que permitem ou favorecem a reversão do micróbio inativado a uma forma patogênica.

Com a vacina preparada com o vírus atenuado (Sabin) ocorre aproximadamente um caso de pólio por cada milhão de indivíduo vacinado.

Outras vacinas são preparadas com **subunidades de microorganismos** que consistem de toxóides (toxinas modificadas) como as preparadas para difteria, tétano, de frações glicoconjugadas (vacina atual contra *Haemophilus influenzae* tipo B = Hib), frações peptídicas ou protéicas. As mais atuais são as que envolvem técnicas de DNA recombinante com vacinas preparadas com fração do DNA ou com fração protéica (hepatite B). Alguns esquemas de vacinação utilizam esquemas individuais anti-tetânica, Salk, Sabin, Hib ou combinados em tripliques como no caso da DPT (difteria, coqueluche e tétano) e a MMR (sarampo, caxumba e rubéola). Os programas de vacinação de varíola foram suspensos visto que a varíola foi erradicada.

Somente laboratórios controlados e registrados estão autorizados atualmente a ter acesso a cepa do vírus. A disponibilização de vacinas deve ser por autorização e registro da OMS.

Atualmente tem-se investido mundialmente no desenvolvimento de diferentes tipos de vacinas mais eficazes, mais econômicas e de produção rápida.

Algumas vacinas são inoculadas via subcutânea (MMR) ou via intramuscular (DPT; polio-Salk), outras são administradas via oral (Sabin).

Há estudos e testes de vacinas atualmente preparadas para a aplicação nasal (aerossol) ou inseridas em alimentos e frutas como forma alternativa e menos agressiva para crianças e pessoas que apresentam medo de aplicações com agulhas.

▶ **Como agem as vacinas?**

Quando o agente infeccioso como os vírus, bactérias, ou parasitas infectam o indivíduo, uma resposta imune complexa é desencadeada, envolvendo células do sistema imunológico, anticorpos, uma variedade de substâncias que funcionam como sinais, além de que desencadeiam também eventos do processo de defesa inespecífico. A resposta imune capacita o corpo a escapar ou se proteger contra a doença, ou a lutar contra o invasor de forma específica antes que ele cause dano ao organismo.

De forma semelhante às respostas imunológicas às vacinas podem neutralizar toxinas e eliminar células cancerosas. Após um primeiro ataque pelo agente infeccioso o sistema imune permanece sensibilizado contra o agente durante um longo período de tempo. Esta então chamada memória imunológica capacita uma reação ainda mais eficiente e rápida a subseqüentes desafios pelo mesmo microorganismo. A vacina sensibiliza nossos sistemas de defesa imunológica por simular uma infecção, embora nos assegure de danos inerentes a exposição a versão virulenta do respectivo agente infeccioso.

A vacinação deve ser vista como um procedimento de prevenção de doenças infecciosas.

▶ **Há quanto tempo existem as vacinas?**

Muito tempo antes de surgirem os conceitos hoje já estabelecidos de imunologia e infecções, já era bem conhecido que certas doenças eram transmitidas de uma pessoa a outra. Também já havia sido noticiado que mesmo formas suaves ou menos agressivas de doenças poderiam proteger contra subseqüentes ataques. A prevenção de doenças mais graves e sérias e mortes pela transferência de material infeccioso de casos mais brandos já não era um conceito novo. Então, cerca de 1000 AC, os monges budistas hindus (indianos) descreveram como prevenir a "smallpox" fatal usando o princípio da variação, que é o inóculo cuidadoso do material da varíola na camada superficial da pele de indivíduos susceptíveis. Este princípio foi praticado na China cerca do mesmo período. No ano 590 AC a variação intranasal foi descrita no Egito. De forma similar, na tradição do meio leste antigo praticavam a inoculação de material de casos menos agressivos de úlceras nas partes menos expostas da pele para proteger garotas de cicatrizes faciais desfigurantes. A variação foi trazida da Turquia para a Europa pela Senhora Montagu no início dos anos de 1720 e se tornou amplamente utilizada apesar de seu alto risco envolvido. Mesmo a vacinação, que originalmente foi entendida como a prevenção do vírus smallpox por inoculação do material do vírus da varíola da vaca (do latim "vacca") foi praticado por fazendeiros ingleses pelo menos duas décadas antes de Jenner divulgar seus experimentos. A vacinação foi baseada na observação das pessoas que uma vez que haviam se infectado com o vírus da varíola bovina, que é uma doença menos agressiva de bovino, eram protegidas não somente contra a infecção subseqüente de varíola bovina mas também contra a varíola humana. Em 1776 Edward Jenner fez sua audaciosa vacinação experimental em um garoto jovem que foi desafiado posteriormente com o vírus small pox. O garoto mostrou estar protegido. Este experimento marca o início da área científica da vacinação.

Durante o período de 1870 a 1880, Louis Pasteur armazenou evidências de experimentos animais sistemáticos que então denominou de cepas virais e

bacterianas atenuadas, que haviam perdido sua virulência original, podiam induzir proteção contra o ataque do patógeno original.

Pasteur é considerado o pai tanto da imunologia quanto da microbiologia. Esta história do início da vacinoterapia inclui nomes famosos como Koch, Salmon, Smith, Roux, Calmette, Guérin e Theilor. Anos de observação, intuição e experimentação científica foram seguidos e levadas as vacinas que têm prevenido milhões de pessoas de doenças severas e algumas vezes fatais. Devido a grande disseminação da vacinação, houve um considerável decréscimo na incidência de doenças como difteria, coqueluche, tétano, poliomielite, sarampo, caxumba e rubéola.

Uma vitória histórica foi a erradicação global da varíola na década de 1970, devido a campanha mundial de vacinação.

Igualmente impressionante foi o caso da poliomielite que estará quase que erradicada nos próximos anos graças ao pioneiro trabalho de Sabin e Salk nos anos da década de 1950.

Outras doenças infecciosas importantes são candidatas a erradicação futura.

A compreensão de como o sistema imune funciona tem crescido significativamente com o tempo. Cientistas podem atualmente desenhar vacinas que estimulam exatamente aquelas áreas do sistema imune que induzem mais eficazmente proteção contra um dado patógeno. O rápido desenvolvimento na biologia molecular torna mais fácil produzir maiores quantidades de produtos puros a partir de genes necessários para a respectiva vacina. Novos princípios de vacinas incluem sistema de imunização oral e nasal, que melhorará a segurança e eficácia, facilitação da administração de vacinas combinadas e reduzir o número de doses.

▶ **Quais os tipos de vacinas que são produzidas atualmente?**

As vacinas podem convencionalmente ser apresentadas de dois carros chefes principais denominados vacina viva e vacina morta, cada um com um número de variáveis e grupos. Em alguns casos ambas vacinas viva e morta estão disponíveis contra uma mesma doença.

- **Vacinas vivas** - estas vacinas representam as bactérias e vírus modificados ou atenuados incapazes de causar as respectivas doenças com características graves, mas capazes de limitar a sobrevivência e o crescimento no hospedeiro.

Exemplos de bactérias vivas são a vacina de BCG (*Bacillus Calmette Guerin*), que é utilizada contra a tuberculose e mais recentemente a vacina oral contra a febre tifóide, causada pela *Salmonella typhi*. As vacinas de vírus vivo incluem a vacina contra a febre amarela, poliomielite (Sabin), measles, mumps, rubéola e chicken pox.

- **As vacinas mortas** - podem ser divididas em bactéria morta inteira, vacinas de vírus mortos inteiros e as denominadas vacinas de sub-componentes que sempre incluem tecnologia recombinante.

As vacinas preparadas com bactérias mortas inteiras incluem coqueluche, cólera e peste; enquanto as virais mortas inteiras incluem a poliomielite (Salk), hepatite A, influenza e encefalite japonesa.

As vacinas de sub-componentes podem estar baseadas nas toxinas bacterianas (toxóides) como no caso da difteria, pertussis e tétano, ou carboidratos (polissacarídeos) purificados da cápsula bacteriana como as vacinas contra meningite, tifo e pneumonia. Para melhorar o efeito estimulatório do sistema imune, tais carboidratos são agora unidos a proteínas carreadoras (chamadas vacinas conjugadas) da qual a nova vacina Hib é um excelente exemplo.

Sub-componentes de microorganismos que são utilizados em vacinas podem ser produzidos eficientemente e purificados pelo emprego de novas ferramentas de engenharia genética. A denominada tecnologia emprega aqueles genes que codificam o sub-componente desejado e removido do microorganismo original e colocado no genoma de outro que produz maior quantidade de produtos do gene durante o crescimento em meio artificial. Novas vacinas podem incluir vários diferentes sub-componentes, sempre permitindo uma proteção combinada contra diferentes doenças. Como o número de vacinas seguras e eficazes aumenta, tais vacinas combinadas representam o desejado desenvolvimento em direção a redução do número de imunizações. Entretanto é quase pouco realista esperar que uma única vacinação durante a infância que confira a proteção contra todas as doenças prevenidas por vacinas.

No futuro, as vacinas baseadas em DNA estarão disponíveis. Seguinte a inoculação, o DNA contendo os genes selecionados de um dado microorganismo serão integrados dentro de, por exemplo, nas células musculares, que começarão a produzir componentes a vacina correspondente. As vacinas de DNA são relativamente mais econômicas, mais eficientes e mais fáceis de modificar. As futuras vacinas de HIV, malária e tuberculose poderão ser baseadas neste princípio.

► **Quais as exigências de qualidade?**

Cada país tem uma Unidade nacional de Controle que acessa a qualidade de vacinas, onde serão localmente produzidas ou importadas, e que finalmente autoriza ou reprova o uso público do produto. A OMS considera uma vacina como de boa qualidade a fornecida que um centro independente da Unidade de Controle Nacional tem controlado de acordo com os requerimentos definidos pela OMS, e que não deixa problemas relacionados com a qualidade. Todas as vacinas dentro do programa de imunização nacional devem como mínimo conhecer os requerimentos de qualidade da OMS.

A certificação de que a vacina seja consistentemente segura e eficaz depende não somente na característica do produto da vacina, e da aderência as regras de boas práticas de confecção na sua produção, mas requer um controle continuado pela Unidade de Controle Nacional competente.

A OMS responde aos requerimentos das agências das Nações Unidas para uma opinião como aceitabilidade e credibilidade de uma vacina específica de um produtor para uso nos programas de imunização dos Países em desenvolvimento. Somente fornecedores qualificados são aceitos para a produção de vacinas para agências das nações unidas tal como a UNICEF.

Muitos laboratórios produzem vacinas que não são compradas pelas agências das Nações Unidas e muitas podem não requerer o aval da OMS para sua pré-qualificação. Entretanto, países que consideram comprar estes produtos podem buscar ou esperar uma certificação de boa qualidade pela OMS.

▶ **As vacinas são contrárias à natureza?**

Não, ao contrário, as vacinas são simples utilização das leis da natureza. A ciência tem ganho gradualmente um avanço em alguns mecanismos básicos utilizados pela natureza para prevenir e curar doenças infecciosas. Mas enquanto agentes infecciosos intactos sempre causam doenças sérias ou mesmo morte antes que o corpo possa mobilizar mecanismos de defesa, as vacinas são designadas para estimular mecanismos naturais de defesa da forma mais eficiente, com mínimo dano para o corpo. A manipulação bioquímica e genética envolvida no desenvolvimento moderno de vacinas são necessários para desarmar o microorganismo virulento a defesa natural do e então apresentá-lo da forma mais eficiente ao sistema imune do hospedeiro.

▶ **As vacinas são perigosas?**

Embora em geral as vacinas sejam seguras, nenhuma vacina é completamente sem efeito colateral ou indesejado. Entretanto não devemos perder o sinal de que de fato, para cada morte ou dano temporário ou permanente causado pela vacinação, muitos milhões de caos de doenças e morte são prevenidas sem dano ou risco significativo.

A grande maioria de efeitos adversos que ocorrem após a vacinação são reações menores, somente no local da reação no sítio da inoculação, e quase que prontamente aceito pela maioria dos vacinados. Tais efeitos podem ocorrer em aproximadamente 1-30% dos casos, dependendo da vacina. Em raras ocasiões, efeitos adversos mais sérios podem acontecer como febre, dor, "rash" cutâneo generalizado, alguns dos quais requerem atenção médica. Casos extremamente raros de danos mais intensos ou morte têm ocorrido. Morte em associação com uma injeção de uma vacina tem sido sempre resultado de hipersensibilidade individual para um dos componentes da vacina. A maioria destas tragédias são em princípio previsíveis, uma vez que vários questionamentos e testes são realizados antes de se explorar a vacinação na rotina e pessoas com história de reação de hipersensibilidade severa devem ser relatadas e referidas por experiências médicas relevantes.

▶ **As vacinas disseminam vírus da hepatite ou da AIDS?**

Vacinas licenciadas internacionalmente são produzidas de acordo com requerimentos muito exigentes de qualidade que excluem a possibilidade de tais contaminações. Por outro lado, se a administração da imunização utiliza a mesma agulha para inocular vários indivíduos, tal transmissão pode ocorrer. Em áreas onde há ambas supervisões médicas e equipamento, o público deve ser assegurado de que materiais estéreis são utilizados.

▶ **Porque deveria meu filho ser submetido ao risco potencial e inconveniência da imunização?**

As vacinas são a melhor proteção possível contra doenças conhecidas. No futuro sua criança pode correr um risco muito maior de doenças que aquelas que ele já foi vacinado. O risco é muito mais intenso que o inconveniente e extremamente pequeno risco que você já conhece. Como leva vários dias para que se consiga o efeito protetor, talvez seja muito tarde para imunizar quando o primeiro caso de doença aconteça em sua vizinhança e meio. Além de que uma cobertura muito alta de vacinação em uma população em cerca de 80 a 90% pode em muitos casos ser suficiente para erradicar a doença. Então você não estará somente protegendo o seu próprio filho, mas aumentando enormemente a proteção da população.

▶ **As vacinas são caras?**

As vacinas tradicionais, tais como as que incluem programas nacionais de imunização de crianças são muito baratas, custando nos Estados Unidos em média uma fração do dólar por cada dose. Outras drogas são muito mais caras. Então a completa proteção contra doenças infecciosas pode chegar a custar um pacote de cigarros ou menos. Vacinas modernas que são baseadas em tecnologia médica avançada, procedimentos de segurança rigoroso, triagens e testes clínicos muito extensivos são considerados mais caros, o desenvolvimento do processo requer sempre o equivalente a um milhão de dólares americanos. Como seguro de vida ou investimento de saúde, mesmo estas vacinas não devem ser consideradas caras. Entretanto, para governos pobres pode ser impossível desenvolver estas vacinas em grandes quantidades. Por esta razão, o sistema chamado terceirizado é estabelecido, onde vacinas são vendidas a diferentes preços a depender da capacidade econômica das nações receptoras. Organizações internacionais como a UNICEF estão freqüentemente assistindo a países em desenvolvimento na preocupação dos preços de vacinas serem estimadas apropriadamente.

Uma outra lista de observações no mesmo *site* refere-se a preocupação e respostas inquietantes sobre vacinação que provavelmente o profissional ou voluntário que trabalha nas campanhas de vacinação ou nos postos de saúde devem sempre ter claras para esclarecer as dúvidas dos temerosos à vacinação.

Como pai e responsável a saúde e segurança de sua criança está sempre em sua mente. Você sabe o valor de salva-vidas tipo fechaduras de porta para crianças, escovação de dente regular e alarme de segurança ao lado de piscinas. Eles significam que prevenir tudo torna menor a possibilidade de ocorrência do sofrimento por morte trágica. O mesmo sistema de preocupação deve ser com a segurança de doenças graves e mortes trágicas causadas por doenças infecciosas infantis.

A vacina ajudará o seu bebê a preparar a luta contra doenças.

▶ **Por que a vacinação de bebês é tão importante?**

A vacina triplice, DPT protege a criança de difteria, tétano e coqueluche, doenças graves da infância. Antes dos programas de vacinação muitas crianças morriam e sofriam as epidemias de intervalos regulares. Outras doenças da infância que a vacinação dá proteção incluem: poliomielite, sarampo e tuberculose.

▶ **As doenças são muito sérias?**

Muitas destas doenças terminam em mortes, particularmente em crianças. Até o presente momento um milhão de crianças morrem de sarampo todo ano, principalmente em países em desenvolvimento que não tenham a campanha das vacinações. E sabe-se que se os serviços de proteção a saúde interromperem o esquema de vacinação estas doenças voltarão a acontecer. Mesmo em países industrializados haveria epidemias de sarampo, coqueluche e difteria.

▶ **O que acontecerá se minha criança não tomar estas vacinas?**

Talvez nada, se sua criança nunca for exposta a estas doenças. Mas você não poderá ter a certeza – crianças sempre são expostas a estas doenças. A maioria delas são disseminadas facilmente de pessoa a pessoa. Se sua criança não tiver sido vacinada e está nos arredores ou em contato com alguém com coqueluche ou sarampo ou com outras doenças da infância ela provavelmente ficará doente também.

▶ **Os procedimentos são seguros?**

Sim, são seguros. Mas como qualquer medicamento pode ocasionalmente causar reações. Usualmente são pequenas feridas no local da aplicação (geralmente nos braços) e febre. Reações sérias são raras, mas podem ocorrer. O profissional de saúde explicará os eventos que podem ocorrer em cada caso antes de aplicar a vacina. O importante é lembrar que estas crianças estarão em um risco e perigo muito maior que o desconforto e a reação adversa da vacina.

▶ **Quantas aplicações as crianças precisam e quando?**

Varia um pouco de país para país. Usualmente BCG e a dose “zero” da vacina de pólio oral são dadas no período muito próximo ao nascimento. Depois a vacina tríplice, mais três doses de pólio oral e possivelmente a vacina contra hepatite são aplicadas no sexto mês de idade. A vacina contra sarampo geralmente aos nove meses em países em desenvolvimento e um pouco mais tarde em países industrializados. A vacina contra sarampo é algumas vezes aplicada como uma vacina combinada com caxumba e rubéola (MMR) ou apenas com rubéola (MR). O profissional de saúde indicará quando será o seu retorno e próxima vacinação segundo o esquema de seu país. Lembre-se que cada uma destas é muito importante, a criança necessita várias doses de cada vacina para esta completamente protegida.

▶ **Não seriam estas aplicações caras?**

A saúde da criança é considerada importante sob qualquer ponto de vista da nação. Muitos países fornecem vacinas para crianças a custos muito baixos ou grátis. Se sua criança for conduzida a um posto de saúde a vacina será grátis ou a baixo custo. Se for conduzida a uma clínica privada o custo poderá ser um pouco maior.

▶ **Por que deveríamos imunizar as crianças?**

Imunizando as crianças estaríamos lutando contras as doenças de duas formas, primeiro protegendo nossas próprias crianças e segundo, uma vez que as crianças sadias não disseminam as doenças, estaríamos protegendo todas as outras também.

▶ **Que ocorrerá se as crianças não forem vacinadas?**

Três coisas podem ocorrer:

- Se suas crianças nunca forem expostas a estas doenças, nada ocorrerá;
- Se sua criança for exposta a qualquer destas doenças, há uma grande chance de ela adoecer. O que ocorre depende da doença e da criança. O mínimo que pode acontecer com a criança seria adoecer com uma forma mais branda e ficar resguardada por alguns dias. O pior que pode acontecer é que ela pode não resistir e morrer;
- Se sua criança adoecer com uma destas doenças ela pode contagiar outras crianças que não estiverem protegidas. Se houver muitas destas crianças em sua comunidade, poderia haver uma epidemia que levaria a doença e morte de muitas crianças.

▶ **Quais as chances de meus filhos se contagiarem com estas doenças?**

Isto depende muito da situação do país, se há muito desses tipos de doenças, e se a maioria das crianças estão imunizadas. Na maioria dos países em desenvolvimento há um alto risco de crianças não imunizadas contraírem qualquer dessas doenças para as quais ainda temos custo pequeno de vacinação. Em países industrializados que têm tido um bom serviço de imunização nos últimos anos, o risco de contágio destas doenças é muito menor, embora exista, mesmo quando doenças como a pólio, que normalmente não está presente porque o programa de imunização foi realizado

com sucesso, pela importação de outros países. Uma coisa é certa, se as crianças não são imunizadas, as doenças sobre as quais estamos nos referindo tornam-se muito mais comuns e freqüentes.

▶ **O que acontece se meus filhos não tiverem comparecido para a aplicação da dose indicada ou não tiverem ainda completado o esquema de imunização?**

Se você tem crianças que não começaram o esquema do calendário de vacinação infantil desde o nascimento, ou que tenham tido somente algumas das vacinações, elas ainda podem ser imunizadas completamente fora do calendário. **NUNCA É TARDE** para começar a imunização.

Se sua criança já começou o esquema de imunização e não o continuou, não deve recomeçar. As doses das vacinas já administradas devem ser consideradas, simplesmente continue o esquema que foi interrompido. Se sua criança não foi imunizada quando era bebê ou ainda pequena entre em contato com os serviços de saúde. Os responsáveis pelo setor explicarão e indicarão quando deve trazer o seu filho para a aplicação da dose.

Pertussis (coqueluche)

▶ **O que é a coqueluche e quais são os sintomas?**

É uma doença muito contagiosa, causada por um germe que vive na boca, garganta e nariz. É disseminada a outras crianças por tosse ou secreções respiratórias e orais. Causa dor e dificuldade para comer e beber ou mesmo respirar. É mais seria em crianças com menos de um ano e 50% dos casos ocorre em crianças desta idade. A maioria requer tratamento em hospital.

▶ **Há complicações na coqueluche?**

As complicações mais sérias resultam em casos de pneumonia e 20 em cada 1000 apresentam convulsões e 4 em cada 1000 afetam o cérebro (encefalopatias). Pode resultar em morte.

▶ **Qual a vacina que usualmente é administrada para coqueluche?**

A vacina contra Pertussis é usualmente administrada junto com a de tétano ou difteria e é chamada de DTP ou tríplice.

Difteria

▶ **O que é difteria e quais são os sintomas?**

A difteria é causada por um germe que vive na boca, nariz e garganta de uma pessoa infectada. É facilmente transmitida através de tosse e de secreções nasais. Os sintomas são dor de garganta, febre e frio. Usualmente a doença se desenvolve na garganta e em casos mais graves pode haver caso de paciente sentir-se sufocado. Algumas pessoas podem não apresentar sintomas, mas podem transmitir e disseminar a infecção. Se não tratada adequadamente pode haver uma intoxicação forte e pode acometer problemas cardíacos ou paralisia. Cerca de 1 pessoa em 10 morre de difteria. Outras podem deixar lesões e falhas cardíacas para toda a vida.

▶ **Qual a vacina para proteger a pessoa contra a difteria?**

A vacina contra difteria é usualmente administrada juntamente com a vacina de coqueluche e tétano denominada DTP ou “vacina tríplice”.

Tétano e tétano neonatal

▶ **Como a pessoa se contrai tétano?**

O tétano entra no corpo por ferimentos. Pode se contrair por lesão com pérfuro-cortantes por furos ou cortes.

O germe do tétano é encontrado em todo lugar, usualmente no solo, poeira e restos e estrume. Uma vez que entra pela ferida ele produz uma toxina que se dissemina por todo o corpo.

Em países em desenvolvimento, o tétano pode ser contraído por mães após o parto ou por neonatos que nascem sem práticas seguras de desinfecção dos instrumentos cortantes. Neste último caso, denomina-se tétano neonatal (TNN). A prevenção está na utilização de lâminas descartáveis e estéreis utilizadas para o corte do cordão umbilical.

▶ **Quais os sintomas do tétano?**

Os primeiros sinais da infecção por tétano são dor de cabeça e espasmos e contração dos músculos da mandíbula. A vítima pode se tornar irritável. A toxina disseminada causa espasmos do pescoço, braços, pernas e estômago, podendo ainda causar convulsões de dor que podem ser tão severas quanto o de osso quebrado. O primeiro sinal da TNN é uma incapacidade de seccionar por causa do espasmo dos músculos faciais. Na maioria dos casos de TNN o bebê morre após alguns dias com sintomas terríveis. Os adultos contraem tétano e que têm acesso a bom tratamento hospitalar pode levar algumas semanas em terapia intensiva. Em países industrializados 3 de cada 10 pessoas que contraem tétano morrem. Em países sem acesso a unidades de terapia intensiva a taxa de morte é muito maior.

▶ **Qual a vacina que protege contra o tétano?**

A vacina antitetânica é usualmente administrada juntamente com as vacinas contra difteria e coqueluche denominada DTP ou “vacina tríplice”. Em países onde o TNN é um risco as mães são protegidas e seus bebês são imunizados antes do nascimento por utilização do componente de toxoide tetânico.

Conforme informado na página da OMS, foram listados os seis principais equívocos ou conceitos errados sobre vacinação em documento preparado pelos Centros de Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC = “Centers for Disease Control”), primeiramente para o uso prático de praticantes e voluntários que exerciam atividades na vacinação infantil. Posteriormente os membros da OMS editaram a versão para que fosse útil para todo os grupos que atuam em vacinação e para conhecimento dos cidadãos e familiares.

Na modernidade encontram-se pacientes, cidadãos, adultos que apresentam reservas quanto a utilização da vacinação para eles mesmos e para seus filhos. Pode haver muitas razões para seus medos ou oposições à vacinação. Alguns têm objeções religiosas ou filosóficas, outros vêm à recomendação da vacinação como uma interferência do governo sobre o que eles acreditam que deveria ser uma escolha pessoal. Outros questionam a segurança ou eficiência das vacinas preventivas para doenças que não geram grande risco ou sério risco à saúde.

Todos os trabalhadores e voluntários que atuam na área de saúde realizando procedimento em vacinação têm a responsabilidade de ouvir e tentar entender o paciente cidadão, suas crenças e seus medos sobre a vacinação, e levá-los em consideração quando oferecem a vacina. Estes esforços não só auxiliarão o estabelecimento do vínculo entre a equipe e o paciente, mas também ajudará a determinar, por algum argumento possível, a persuasão efetiva destes pacientes que passarão possivelmente a aceitar a vacinação.

Neste *site* seis conceitos equivocados, “equivocos” ou ainda mitos, sobre vacinação são citados por parentes e responsáveis como razão para a questão da não vacinação de suas crianças. A tradução parcial deste item provavelmente auxiliará os diversos responsáveis pelo pessoal de apoio técnico de postos de vacinação para que possam responder de forma precisa aos pacientes e seus responsáveis e assim possam não só apagar estes conceitos equivocados de suas mentes, mas desencorajá-los a aceitar outro “fato” que não o de antivacinação como a face verdadeira. Nosso “tiro certo” não é forçá-los na vacinação, mas torná-los seguro de que com a informação técnica eles tomarão a decisão correta.

26.3.5. Equívocos, Enganos e Mitos

▶ Equívoco, engano e mito 1

“As doenças começaram a desaparecer antes da introdução da vacina por causa da adoção de melhor higiene e infra-estrutura sanitária”

▶ Equívoco, engano e mito 2

“A maioria das pessoas que adoecem foram vacinadas”

▶ Equívoco, engano e mito 3

“Há “lotes quentes” de vacinas que têm sido associados com mais efeitos colaterais e morte que outros. Os pais responsáveis poderiam ser informados dos números destes lotes e não permitir que suas crianças recebessem estas vacinas”.

▶ Equívoco, engano e mito 4

“Vacinas causam danos e efeitos colaterais, doenças e mesmo morte – para não mencionar os possíveis efeitos tardios que não conhecemos”.

▶ Equívoco, engano e mito 5

“As doenças que são prevenidas por vacinas foram eliminadas de meu país então não necessito vacinar minhas crianças”.

▶ Equívoco, engano e mito 6

“Administrando-se numa criança vacinas múltiplas, para diferentes doenças ao mesmo tempo, aumenta-se o risco de efeitos colaterais perigosos e pode-se sobrecarregar o sistema imune”.

Equívoco, engano e mito 1 – “as doenças começaram a desaparecer antes da introdução da vacina por causa da adoção de melhor higiene e infra-estrutura sanitária”

Posições como esta são muito comuns nas literaturas antivacina, elas tentam sugerir que vacinas não são necessárias. A melhora da condição socioeconômica tem indubitavelmente um impacto importante na doença. Melhor nutrição, sem mencionar o uso de antibióticos e outros tratamentos tem aumentado a taxa de sobrevivência a algumas doenças. A condição de vida menos atribulada tem reduzido a taxa de transmissão e a menor taxa de nascimentos têm diminuído o número de susceptibilidade no contágio doméstico. Mas analisando a atual incidência de doenças com o passar dos anos já não permanece a dúvida do impacto direto significativo que as vacinas tiveram na diminuição das infecções e doenças nos tempos modernos.

Houve picos periódicos e baixas através dos anos, mas o real, a questão permanente coincide com a licença e amplo uso de vacinas anti-sarampo no início de 1963. Gráficos para outras doenças que podem ser prevenidas por vacinação mostram um padrão grosseiro similar, no qual todos, exceto a Hepatite B mostra um significativo ponto no caso correspondente ao advento do uso da vacinação. Esperamos que se acredite somente que o melhoramento sanitário teve importante papel mesmo quando uma vacina para as doenças foi introduzida? A vacina Hib é outro ótimo exemplo já que as Hib tiveram alta prevalência a poucos anos antes, quando as vacinas conjugadas que podem ser utilizadas por crianças foram finalmente desenvolvidas. (A vacina de polissacarídeos previamente disponível não era utilizada em crianças, pelo que a maioria das doenças ocorreu). Desde que o melhoramento sanitário aconteceu em relação aos anos 90, é difícil atribuir o desaparecimento da Hib em crianças nos últimos anos nos Estados Unidos (de uma estimativa de 20.000 casos por ano para 1.419 casos em 1993) a outro fator além da vacinação.

Finalmente pode-se citar as experiências de muitos países, como Grã-Bretanha, Suécia e Japão, quando deixaram de vacinar em alguns anos e foram verificados picos epidêmicos de coqueluche (no período de 1974 com o surgimento de 100.000 casos, por exemplo, na Inglaterra). O caso de maior interesse epidemiológico de difteria ocorreu na União Soviética em 1989 e 1994.

Equívoco, engano e mito 2 - “a maioria das pessoas que adoecem foram vacinadas”.

Este é outro argumento encontrado frequentemente na literatura antivacina – a implicação seria de que as vacinas não seriam efetivas. De fato é verdade que uma erupção das doenças ocorre em menor número nos indivíduos vacinados do que naqueles não vacinados, mesmo com vacinas contra o sarampo, que se sabe ser de 98% eficientes quando é utilizada de acordo com as recomendações. Este paradoxo aparente pode ser explicado por dois fatores. Primeiro, nenhuma vacina é 100% efetiva. Para torná-la mais segura que a doença as bactérias ou vírus devem ser mortos ou enfraquecidos (atenuados). Por razões relacionadas com o indivíduo, nem toda pessoa vacinada desenvolve imunidade. A rotina principal na infância parece ser efetiva para 85-95% dos vacinados. Segundo, em um país como os Estados Unidos às pessoas vacinadas são em número muito maior que as que não. Entre os 1000 estudantes vacinados, nenhum teve sarampo. Cinco estudantes tiveram duas doses de vacina anti-sarampo e ficaram completamente imunizados. Provavelmente de acordo com estudos estatísticos se os alunos não fossem vacinados haveria 1000 casos de sarampo.

Equívoco, engano e mito 3 - “há lotes “quentes” de vacinas que têm sido associados com mais efeitos colaterais e morte que outros. os pais repensáveis deveriam ser informados dos números destes lotes para impedirem que suas crianças recebessem estas vacinas”.

Este “engano” sempre recebeu publicidade considerável. Antes de qualquer coisa, o conceito de “lote quente” de vacina como é utilizado neste contexto está errado. Está baseado por presumir que são registrados efeitos adversos e colaterais em algumas vacinas de um lote e que por consulta de uma lista um pai possa identificar o lote de vacina para evitá-lo. Esta concepção está desencontrada por duas razões:

- ▶ Os principais sistemas de vigilância relatam eventos que são temporariamente associados com os indivíduos vacinados, estes relatos podem não ser interpretados como implicação de causalidade. Em outras palavras, um relatório de efeito adverso após a vacinação não significa que a vacina causou o evento. Estatisticamente, pode-se esperar que ocorram um certo número de doenças sérias, mesmo morte não associadas às crianças recentemente vacinadas. Embora as vacinas causem efeitos adversos temporários e menores entre as crianças vacinadas como inflamação, febre, há uma pequena, se é que há alguma, evidência associando a vacinação com problemas permanentes de saúde ou morte. O ponto é que somente por causa de um efeito colateral relatado pela Vigilância não significa que a causa tenha sido a vacina.
- ▶ Existem diferentes lotes de vacinas. Os tamanhos dos lotes de uma vacina podem variar de milhares a vários milhões e alguns apresentam distribuição mais prolongada que outra. Naturalmente um grande lote ou um lote de distribuição longa estará associada a mais efeitos adversos, simplesmente por probabilidade estatística. Além de que maior número de mortes coincidentes poderão ser associadas com a vacina distribuída neste tempo prolongado. Revisar a lista de “lotes quentes” não auxiliará os pais; se um número de efeitos colaterais mais sérios são relatados para uma vacina particular a maioria dos países têm um sistema de verificação. Todas as vacinas compradas e distribuídas pela UNICEF apresentam dados padrões da Organização Mundial da Saúde para cuidados e qualidades de produção.

Equívoco, engano e Mito 4 – “vacinas causam danos e efeitos colaterais, doenças e mesmo morte – para não mencionar os possíveis efeitos tardios que não conhecemos”.

Atualmente as vacinas são muito seguras apesar das implicações contrárias das tantas publicações antivacinas. A maioria dos efeitos adversos são pequenos e temporários, como inflamação ou febre suave. Eles podem ser controlados com a administração de paracetamol após a vacinação. Efeitos colaterais mais sérios ocorrem muito raramente (na ordem de um para mil ou um para milhões de doses) e alguns são tão raros que o risco não pode ser determinado. Como para vacinas que causam morte, novamente são tão poucas mortes que podem ser atribuídas a morte que é difícil o cálculo estatístico para o risco. Cada morte relatada aos ministérios de saúde é analisada para determinar se a causa real é a vacina.

- ▶ VACINA DPT e Síndrome da morte infantil repentina (SIDS)

Um mito que possivelmente nunca desaparece é da associação da VACINA DPT com a Síndrome da morte infantil repentina (SIDS). Esta crença surge porque uma proporção moderada de crianças que morrem de SIDS foram vacinadas com DPT; e aparentemente este parece ser o ponto da conexão da causa. Mas esta lógica é falha; pode-se dizer que comer pão causa acidente de carro, porque a maioria dos motoristas que batem o carro comeram pão nas 24 horas que precederam o acidente. Se você considerar que a maioria da morte por esta síndrome ocorre durante a faixa de idade entre os 3 aplicações de DPT, você esperaria que a aplicação de DPT precedesse a um número de proporcional de morte SIDS por probabilidade.

De fato, quando um número de estudos bem controlados foi desenvolvido durante os anos 80, os pesquisadores encontraram, quase que unanimemente que o número de morte por SIDS era temporariamente associada com a vacina DPT dentro da faixa esperada de ocorrer por probabilidade. Em outras palavras, a morte por SIDS poderia Ter ocorrido mesmo se não houvesse sido aplicada a vacina. De fato, em muitos estudos de grupos de crianças que receberam recentemente a DPT aparentemente tiveram menos SIDS. O Instituto de Medicina relatou que “todos os estudos controlados compararam crianças imunizadas e não imunizadas e encontraram nem associação ou risco diminuído” de SIDS entre as crianças imunizadas e concluiu que “evidências não indicavam uma relação causal entre vacina DPT e SIDS”. Mas analisar somente o risco não é suficiente – você deve sempre analisar ambos riscos e benefícios. Mesmo se um efeito adverso em um milhão de dose de uma vacina não justifica se não há benefícios de vacinação. Se não houvesse vacinas, haveria muitos mais casos de doenças e mortes, além de muitos mais efeitos e mais mortes. Por exemplo, lembrando a análise de benefícios da imunização com DPT, se não houvesse programa de imunização nos Estados Unidos, os casos de coqueluche seriam 71 vezes maiores e as mortes devidas a coqueluche seria de quatro vezes mais. Comparando o risco da doença com os da vacinação podemos dar uma idéia do benefício que trazemos quando vacinamos nossas crianças.

- ▶ Riscos da doença x risco da vacina
 - Sarampo:
 - Pneumonia: 1 em 20
 - Encefalite: 1 em 2.000
 - morte: 1 em 3.000 em países industrializados.
 - 1 em 5 em países em desenvolvimento.
 - Vacina MMR: encefalite ou reação alérgica severa: 1 em 1.000.000
 - Caxumba:
 - Encefalite: 1 em 300
 - Rubéola:
 - Síndrome da rubéola congênita: 1 em 4 (se a mulher se infecta no início da gravidez)
 - Difteria:
 - Morte: 1 em 20
 - DTP: Choro contínuo, e então recuperação completa: 1 em 100
 - Tétano:
 - Morte: 3 em 100
 - Convulsão e choque, e então recuperação completa: 1 em 1.750
 - Coqueluche:
 - Pneumonia: 1 em 8
 - Encefalite: 1 em 20
 - Morte: 1 em 200
 - Encefalopatia aguda: 0-10,5 em 1.000.000
 - Morte: Death: nenhuma comprovada

O fato de que uma criança é muito mais suscetível a um dano por uma destas doenças que por qualquer vacina. Enquanto qualquer dano sério ou morte causada por vacina é muito maior, está claro que os benefícios de uma vacinação se sobrepõem aos riscos pequenos e que maiores injúrias e morte podem ocorrer sem vacinação. De fato as intervenções médicas tão efetivas quanto às vacinações previnem doenças e não usá-las seria inconcebível.

Equívoco, engano e mito 5 - “as doenças que são prevenidas por vacinas foram eliminadas de meu país então não necessito vacinar minhas crianças”.

É verdade que a imunização tem possibilitado reduzir a maioria das doenças evitáveis por vacinação em muitos países. Entretanto algumas das doenças ocorrem ainda com alta prevalência ou mesmo em epidemias preocupantes em outras partes do mundo, e se você ou alguém de sua família não forem protegidos pela vacinação, estas doenças que podem em algum momento se disseminar através da população causando epidemias aqui. Ao mesmo tempo, os poucos casos que você atualmente poderia ter se transformariam em dezenas ou centenas de milhares de casos sem a proteção adquirida com a vacina. Deve-se continuar vacinando por duas razões: A primeira para proteger a todos. E mesmo se você pensa que a chance que se tem de adquirir estas doenças são mínimas e as doenças continuam existindo, ela pode infectar qualquer pessoa não protegida. Há alguns anos uma pequena criança que tinha apenas ingressado na escola teve difteria e morreu. Ela era a única criança que não havia sido vacinada entre os alunos de sua classe. A Segunda razão pra se vacinar é a proteção daqueles ao nosso redor. Há um pequeno número de pessoas que não podem ser vacinadas (por causa de alergias severas a componentes da vacina, por exemplo) e um pequeno percentual de pessoas que não respondem às vacinas. Estas pessoas são suscetíveis as doenças e sua única esperança de proteção é que pessoas ao seu redor estejam imunizadas e não a contaiem com as doenças. Um programa de vacinação bem sucedido é como uma sociedade bem sucedida, depende da cooperação de cada indivíduo para assegurar o bem de todos. Pensemos na irresponsabilidade de um motorista que ignora as leis de transito na presunção de que outros motoristas as atendam e as obedeçam por ele ou por ela. Da mesma forma não se pode deixar para as pessoas ao nosso redor a responsabilidade de parar a dispersão da doença, nós também devemos sentir esta responsabilidade e devemos sentir que podemos agir de forma correta com consciência e cidadania.

Equívoco, engano e mito 6 - “administrando-se numa criança vacinação múltipla, para diferentes doenças ao mesmo tempo, aumenta-se o risco de efeitos colaterais perigosos e pode-se sobrecarregar o sistema imune”.

Crianças são expostas a muitos antígenos estranhos todos os dias. Ingerindo comidas introduz novas bactérias ao corpo, e numerosas bactérias vivem na cavidade oral, expondo o sistema imune a muitos mais antígenos. Uma infecção viral do trato respiratório superior de uma criança a expõe a entre 4 a 10 antígenos, e um caso de infecção de garganta por Streptococcus entre 25 e 50. De acordo com eventos colaterais adversos associados a vacinação infantil, um relatório de 1994 do Instituto de Medicina dos Estados Unidos informou “ com relação a estes eventos normais, parece ser que não há diferença no número de antígenos separados que compõem as vacinas infantis que represente um apreciável fator imunossupressor ao sistema imune”. E, de fato, dados científicos disponíveis mostram que a vacinação simultânea, com múltiplas vacinas, não induz efeitos adversos ou colaterais no sistema imune de uma criança normal.

Numerosos estudos têm sido conduzidos para examinar o efeito da administração de combinação variada de vacinas simultâneas. Estes estudos têm mostrado que as vacinas recomendadas são tão efetivas em combinação como o são individualmente, e que tais combinações não trazem qualquer risco de efeito colateral adverso. Pesquisas estão em andamento para encontrar uma forma de combinar mais antígenos em uma única injeção (por exemplo, MMR e “Chicken pox”). Isto trará todas as vantagens de vacinas individuais, mas requererá somente uma aplicação.

Há dois fatores práticos em favor da aplicação de vacinação múltipla infantil em uma única visita. Primeiro, a finalidade de imunizar crianças tão cedo quando possível para que seja oferecida uma proteção durante seus vulneráveis primeiros meses de vida. Isto geralmente significa que as vacinas inativadas devem ser aplicadas nos primeiros dois meses e as vacinas vivas aos doze meses. As doses das várias vacinas tendem então a diminuir ao mesmo tempo. Segundo, administrando vacinações múltiplas ao mesmo tempo significará menos visitas as agências para as aplicações das doses o que livra os pais do gasto de tempo e dinheiro e ao mesmo tempo é menos traumático para as crianças. A OMS e o Ministério de Saúde de cada país aconselha e recomenda as vacinas e seu calendário de acordo com as necessidades e vantagens para o seu povo.

26.4. II Parte - Vacinas de DNA

As vacinas podem ser apresentadas em diferentes formas. O estado de imunidade pode ser induzido através do uso de variados tipos de vacinas as quais encontram-se comercialmente disponíveis e são baseadas em microrganismos vivos atenuados, microrganismos vivos inativados, extratos de microrganismos, ou proteínas recombinantes. Além das formas já disponíveis, encontram-se em estágio experimental as vacinas à base de peptídeos, as que utilizam microrganismos vivos recombinantes, e as vacinas de DNA. A vacina de DNA é a mais recente forma de apresentação que veio revolucionar o campo das vacinas. Ela representa um novo caminho para a administração de antígenos. O processo envolve a administração direta do DNA plasmidiano que possui o gene codificador da proteína antigênica que será expressa quando se encontrar dentro da célula. Este tipo de vacinação apresenta uma grande vantagem, pois fornece para o organismo hospedeiro a informação genética necessária para que ele fabrique o antígeno com todas as suas características importantes para geração de uma resposta imune. Isto sem os efeitos colaterais que podem ser gerados quando são introduzidos patógenos, ou os problemas gerados pela produção das vacinas de subunidades em microrganismos. As vacinas de DNA, em teoria, representam uma metodologia que se aproxima da infecção natural sem os seus efeitos colaterais e alcançando a indução da proteção desejada.

O uso das vacinas de DNA oferece uma série de vantagens econômicas, técnicas e logísticas quando comparado com as vacinas clássicas especialmente, se considerarmos a sua utilização nas condições oferecidas pelos países em desenvolvimento. Por exemplo, a produção em larga escala é bem mais barata, a manutenção do controle de qualidade é mais fácil e a comercialização não necessita de uma rede de refrigeração, pois estas vacinas são estáveis a temperaturas extremas. Estes fatores facilitam o transporte e a distribuição, e viabilizam a transferência desta tecnologia para estes países. Além disso, esta nova tecnologia se encaixa em um campo que possui um grande potencial que é o da pesquisa e desenvolvimento de vacinas. Ela possibilita a modificação de seqüências e a adição de epitopos heterólogos a uma proteína antigênica usando somente manipulações simples feitas diretamente no plasmídeo. Estas manipulações genéticas podem nos dar subsídios para entendermos as relações entre estrutura e função destas proteínas com a resposta imune.

Nas últimas duas décadas foram desenvolvidos diferentes tipos de vetores de expressão. A expressão de proteínas heterólogas em células de mamíferos tornou-se uma técnica essencial para ajudar a elucidar os mecanismos dos processos celulares, da terapia e da transferência gênica. Os vetores usados rotineiramente para a transferência gênica são os retrovírus, vírus vaccinia ou adenovírus que necessitam de uma etapa de empacotamento do DNA. O sistema de vacinas de DNA contrasta com os sistemas de expressão acima citados pois não necessita desses vetores complexos. O princípio das vacinas de DNA se baseia na clonagem do gene desejado em plasmídios, o qual deverão ser expresso dentro das células do hospedeiro sem posteriores manipulações. Os

plasmídios, fragmentos de DNA extra-cromossômico circulares presentes nas bactérias, foram inicialmente isolados espontaneamente da natureza. A partir destes, alguns pesquisadores começaram a construir plasmídios quiméricos reunindo os elementos importantes de cada um. Hoje chegamos à terceira geração de plasmídios, com alta performance e maior complexidade dos quais. deriva a atual família de vetores de expressão em células de mamíferos.

As vacinas gênicas podem ser administradas através da injeção direta de DNA diluído em solução salina no músculo do animal; ou através do processo da biobalística utilizando o "gene gun" (arma de genes), aparelho que promove a aceleração e introdução de micro-partículas de ouro encoberta com o DNA de interesse na derme do animal. Em menor escala, podemos também mencionar o uso de DNA encapsulados em lipossomos como mecanismo utilizado na imunização genética e terapia gênica. Através do uso destas metodologias, pode-se induzir uma resposta imune longa mesmo com apenas uma dose da vacina gênica, ativando linfócitos T citotóxicos e linfócitos B para a produção de anticorpos.

Diversos pesquisadores induziram a ativação da resposta imune humoral e celular em animais experimentais, utilizando os processos da biobalística e a injeção direta no músculo. Contudo, muitos parâmetros precisam ser melhor estudados para o entendimento dos diferentes tipos de resposta imune produzidos. Dentre estes parâmetros podemos citar a quantidade de DNA inoculado, as vias e métodos de administração, e as células apresentadoras de antígeno envolvidas no processo.

Em nosso laboratório, temos estudado as diferentes formas de administração das vacinas gênicas com o objetivo de otimizar os parâmetros técnicos, maximizando a expressão gênica, e conseqüentemente a resposta imune. Temos comparado os níveis de IgG total produzido contra a galactosidase em animais imunizados pela injeção intramuscular do plasmídio pCMV-gal, pelo processo da biobalística e através da inoculação de DNA encapsulados em lipossomos. Os níveis de anticorpos totais mais altos foram detectados quando a biobalística foi a metodologia empregada em comparação com os demais sistemas. A injeção direta no músculo induziu níveis de anticorpos um pouco abaixo do nível produzido pelos animais imunizados através da biobalística, sendo que o tratamento usando lipossomos foi o menos eficiente na indução da produção de anticorpos específicos.

No que refere-se ao perfil de citocinas produzido, tem sido sugerido que o processo da biobalística induz um padrão de resposta imune do tipo Th2 (IL-4, IL-5, IL-10), enquanto a injeção intramuscular induz um perfil de resposta imune do tipo Th1 (IL-2, IFN- γ). Contudo, esta dicotomia simplista não é exclusiva, pois alguns pesquisadores têm demonstrado que a biobalística não induz apenas respostas do tipo Th2. Nossos resultados preliminares têm demonstrado que a injeção intramuscular produz mais IgG2a, o que caracteriza um perfil do tipo Th1, enquanto a biobalística induz a produção de IgG1 e IgG2a, o que caracteriza um perfil misto do tipo Th0. Isto sugere que a polarização de um tipo de resposta imune do padrão Th1 induzido pela injeção intramuscular pode ser devido ao efeito adjuvante de grandes quantidades de DNA plasmidiano injetado no animal. Nossa experiência revela que a utilização da biobalística como metodologia de imunização produz resultados menos disparees provavelmente devido ao uso de um aparelho, o que diminui a variação no processo em relação ao uso da injeção com a seringa. A injeção intramuscular resulta em contrastes mais acentuados na resposta imune obtida, que pode ser explicada também pelo fato de que o DNA é injetado extracelularmente, aonde a maioria das moléculas de ácidos nucléica são degradadas rapidamente por nucleases. Em contraste, no processo da biobalística o DNA é inserido no interior da célula evitando uma redução inicial no número de plasmídios. No que se refere ao custo, a biobalística torna-se um procedimento mais caro devido a aquisição do "gene gun" (arma de genes), comparado com agulha e seringa utilizados na injeção intramuscular. Como pode-se notar as duas metodologias possuem vantagens e

desvantagens, sendo a combinação entre ambas a melhor opção para a otimização do processo de imunização genética. A indução de um padrão de resposta imune do tipo Th1 pela injeção i.m. pode ser utilizada no combate direto à infecções intracelulares como a leishmaniose, tuberculose, toxoplasmose, brucelose, listeriose, e alergias; enquanto o perfil Th2 supostamente gerado pela biobalística pode ser direcionado para o controle da esquistossomose, e outras doenças tropicais cada vez mais crescentes nos países em desenvolvimento.

Diferente das vacinas inativadas ou de subunidade, as vacinas gênicas resultam em uma apresentação antigênica via as moléculas de MHC de classe I e classe II o que mimetiza o processo resultante de uma infecção natural, ativando linfócitos T CD4+, CD8+ e a produção de anticorpos. Os tipos de resposta imunes induzidas pela imunização genética têm potencial que justificam a sua aplicação nos campos das doenças infecciosas, alergias e tumores, e independente da metodologia empregada entendemos que a vacina gênica é hoje a tecnologia mais moderna utilizada no controle das enfermidades do nosso mundo.

26.5. Referências

- ▶ ALTER, M. J.; HADLER, S.C. & MARGOLIS, H. S. **The changing epidemiology of hepatitis B in the United States.** Need for alternative vaccination strategies. JAMA; 263:1218-22. 1990.
- ▶ American Academy of Pediatrics AAP. **Positioning and SIDS AAP task force on infant positioning and SIDS.** Pediatrics. 1992;89:1120-1126.
- ▶ ANDRE, F. E. **Summary of safety and efficacy data on a yeast derived hepatitis B vaccine.** Am J Med. 1989; 87(Suppl 3A): 14s-20s.
- ▶ Centers for Disease Control and Prevention. **Hepatitis B virus: A comprehensive strategy for eliminating transmission in the United States through Universal Childhood Vaccination.** MMWR. 1991; 40 (RR-13):1-17.
- ▶ _____. **Immunization of adolescents:** Recommendations of Advisory Committee on Immunization Practices, American Academy of Pediatrics, American Family Physicians and American Medical Association. MMWR. 1996; 45 (RR-13);1-14.
- ▶ _____. **Protection against viral hepatitis:** Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR. 1990; 39:5-22.
- ▶ _____. **Update on Adult Immunization:** Recommendations of the Immunization Practices Advisory Committee (ACIP). MMWR. 1991; 40 (RR-12);30-33.
- ▶ CHEN, R. T. **Control of hepatitis B in Asia:** mass immunization program in Taiwan. In: Hollinger FB, Lemon SM, Margolis HS, eds. Viral hepatitis and liver disease. Baltimore: Williams and Wilkins, 1991: 716-719.
- ▶ CHEN, R. T.; GLASSER, J. & RHODES, P. **The Vaccine Safety Datalink Project: A New Tool for Improving Vaccine Safety Monitoring in the United States.** Pediatrics 1997; 99:765-73.
- ▶ CHEN, R. T.; RASTOGI, S. C.; MULLEN, J. R.; HAYES, S.; COCHI, S. L.; DONLON, J. A. & WASSILAK, S. G. **The Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS).** Vaccine. 1994; 12:542-50.
- ▶ ELLENBERG, S. S. & CHEN, R. T. **The complicated task of monitoring vaccine safety.** Public Health Reports. 1997; 112:10-20.

- ▶ EMINI, E. A.; ELIIS, R. W. & MILLER, W. J. **Production and immunologic analysis of recombinant hepatitis B vaccine.** J infect. 1986; 13 (Supl A):3-9.
- ▶ FRANCIS, D. P.; HADLER, S. C. & THOMPSON, S. E. **Prevention of hepatitis B vaccine:** report from the Centers for Disease Control multi-center efficacy trial among homosexual men. Ann Intern Med. 1982; 97:362-6.
- ▶ GREENBERG, D.P. **Pediatric experience with recombinant hepatitis B vaccines and relevant safety and immunization studies.** Pediatr Infect Dis J. 1993; 12:438-445.
- ▶ HADLER, S. C. & MARGOLIS, H. S. **Hepatitis B Immunization:** vaccine types, efficacy, and indications for immunization. In: Remington JS, Swartz MN, eds. Current Clinical Topics in Infectious Diseases. Boston Mass: Blackwell Scientific Publications; 1992: 282-308.
- ▶ HOFFMAN, H. C.; HUNTER, J. C. & DAMUS, K. **Diphtheria-tetanus-pertussis immunization and sudden infant death:** results of the National Institute of child health and human development cooperative epidemiological study of sudden infant death syndrome risk factors. Pediatrics. 1987. Apr; 79(4):598-611.
- ▶ KIELY, J. **National Center for Health Statistics.** Presentation at the Vaccine Safety Froun October 26th 1998 Washington DC.
- ▶ MARGOLIS, H. S.; ALTER, M. J. & HADLER, S. C. **Hepatitis B:** evolving epidemiology and implications for control. Semin Liver Dis. 1991; 11:84-92.
- ▶ MILLER, A. E.; MORGANTE, L. A. & BUCHWALD, L. Y. **A multi center:** randomized double-blind placebo controlled trial of influenza immunization in multiple sclerosis. Neurology 1997; 48: 312-314.
- ▶ NIU, M. T.; DAVIS, D. M. & ELLENBERG, S. **Recombinant hepatitis B vaccination of neonates and infants:** emerging safety data from the Vaccine Adverse Event Reporting System. Pediatr Inf Dis J 1996; 15:771-6.
- ▶ NIU, M. T.; RHODES, P.; SALIVE, M. & LIVELY, T. **Comparative safety data of two recombinant hepatitis B vaccines in children:** data from the Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS) and Vaccine Safety Datalink (VSD). J Clin Epidemiol 1998; 51:503-10.
- ▶ OWEN, R. L.; DAU, P. C.; JOHNSON, K. P. & SPITLER, L. E. **Immunologic mechanisms in multiple sclerosis:** exacerbation by type A hepatitis and skin test antigen. JAMA 1980; 244: 2307-2309.
- ▶ POPE, J. E.; ADAMS, S. & HOWSON, W. **The development of rheumatoid arthritis after recombinant hepatitis b vaccination.** J Rheumatol 1998; 25: 1687-93.
- ▶ POSER, C. M. **Notes on the pathogenesis of multiple sclerosis.** Clinical Neuroscience 1994; 2:258-265.
- ▶ QUAIST, U.; HERDER, C. & ZWISLER, O. **Vaccination of patients with encephalomyelitis disseminata.** Vaccine. 1991; 9:228-230.
- ▶ SHAW, F. E.; GRAHAM, D. J. & GUESS, H. A. **Postmarketing surveillance for neurologic adverse events reported after hepatitis B vaccination.** Am J Epidemiol. 1988; 127:337-352.
- ▶ SIBLEY, W. A. **Clinical viral infections and multiple sclerosis.** Lancet 1985; 1:1313-1315.

- ▶ STEPHENNE, J. **Development and production aspects of a recombinant yeast-derived hepatitis B vaccine.** *Vaccine.* 1990;8:S69-73.
- ▶ STEVENS, C. E.; TOY, P. T. & TONG, M.J. **Perinatal hepatitis B virus transmission in the United States:** prevention by passive-active immunization. *JAMA.* 1985; 253:1740-1745.
- ▶ STROM, B. L. **Pharmacoepidemiology.** Sussex: John Wiley & Sons, 1994.
- ▶ SZMUNESS, W.; STEVENS, C. E. & HARLEY, E. J. **Hepatitis B vaccine:** demonstration of efficacy in a controlled clinical trial in a high risk population in the United States. *N Engl J Med.* 1980; 303:833-841.
- ▶ WEST, D. J. & MARGOLIS, H. S. **Prevention of hepatitis B virus infection in the United States:** a pediatric perspective. *Pediatr Infect Dis J.* 1992; 11:866-874.
- ▶ WILLINGER, M.; HOFFMAN, H. J. & WU, K. T. **Factors associated with the transition to nonprone sleep positions of infants in the united states,** the national infant sleep position study. *JAMA.* 1998; 280:329-335.
- ▶ WISE, R. P.; KIMINYO, K. P. & SALIVE, M. E. **Hair loss after routine immunizations.** *JAMA.* 1997; 278:1176-1178.
- ▶ ZAJAC, B. A.; WEST, D. J.; MCALEER, W. J. & SCOLNICK, E. M. **Overview of clinical studies with hepatitis B vaccine made by recombinant DNA.** *J Infect.* 1986; 13(Suppl A):39-45.

26.6. Referencias Adicionais

- ▶ **American Biological Safety Association= ABSA.** <http://www.absa.org/> Canadá <http://www.absa-canada.org/>.
- ▶ **Centers for Disease Control and Prevention (CDC)** - "Update: Vaccine side Effects, Adverse Reactions, Contraindications, and Precautions. Recommendations of the ACIP". *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)* September 6, 1996/Vol.45/No. RR-12.
- ▶ <http://childrensvaccine.org/files/State-of-Worlds-Vaccines-eng.pdf>.
- ▶ http://childrensvaccine.org/html/v_hepb_qf.htm.
- ▶ http://childrensvaccine.org/html/v_hib_qf.htm.
- ▶ <http://vaccines.com/>.
- ▶ <http://vaccines.org/forparents.htm>.
- ▶ <http://www.aap.org/family/tippintr.htm>.
- ▶ <http://www.cdc.gov/>.
- ▶ <http://www.immunize.org/catg.d/2081ab.htm>.
- ▶ <http://www.who.int/vaccines-diseases/safety/>.
- ▶ Ministério da Saúde: www.saude.gov.br.
- ▶ National Library of Medicine: www.nlm.nih.gov.
- ▶ Pan American Health Organization (PAHO) = <http://www.paho.org/>.

- ▶ **Remédios falsificados:** como prevenir: www.explora.com.br.
- ▶ **Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC):** www.sbac.org.br.
- ▶ **Sociedade Brasileira de Vigilância de Medicamentos – SOBRAVIME:** sobravime@sti.com.br.
- ▶ **United Nations Children's Fund (UNICEF)** = <http://www.unicef.org/>.
- ▶ **World Health Organization.** No evidence that hepatitis B vaccine causes multiple sclerosis. Weekly Epidemiological Record, World Health Organization. 1997; No. 21: pp. 149-152.
- ▶ **World Health Organization.** Scare of multiple sclerosis from hep B vaccine "quite unfounded". Vaccine and Immunization News: The newsletter of the global programme for vaccines and immunization, World Health Organization. 1997; No. 4: p. 8.

27. Biossegurança no Diagnóstico e Tratamento de Infecções Virais – Viroses Hepatotrópicas / Hepatites

Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário¹⁰

Raymundo Paraná

27.1. APRESENTAÇÃO

A patogenicidade, letalidade e complexidade em seus vários aspectos, fazem das Hepatites Virais de Transmissão Parenteral e Sexual um importante problema de Saúde Pública.

As ações da VISA repercutem na saúde individual e coletiva reduzindo riscos de contágio padronizando técnicas, criando normas, investigando casos e adotando medidas preventivas.

Os objetivos propostos serão atingidos através de uma educação continuada e sistemática facilitando o conhecimento e criando consciência necessária às mudanças de comportamento, também através da fiscalização das ações, com apoio na base legal pertinente:

- ▶ Decreto nº 77.052 de 19.01.76;
- ▶ Portaria nº 15 de 23.08.88;
- ▶ Lei nº 8.080 de 19.09.90;
- ▶ Lei nº 9.431 de 06.01.97, publicada em 07.01.97;
- ▶ Portaria nº 2.616 de 12.05.98;
- ▶ Portaria nº 1376 de 19.11.93;
- ▶ Lei nº 7.649 de 25.01.88;
- ▶ Portaria nº 2135 de 22.12.94.

¹⁰ Apresentação do Capítulo

27.2. **Viroses Hepatotrópicas de Transmissão Entérica Diagnóstico e Profilaxia**

São duas as viroses hepatotrópicas de transmissão entérica: Vírus da Hepatite E (VHE) e Vírus da Hepatite A (VHA). Embora essas viroses sejam bastante diferentes do ponto de vista biomolecular, elas se assemelham epidemiologicamente, tendo a mesma rota de transmissão, período de incubação similar, além da característica de benignidade da infecção na maioria das vezes.

O VHA e o VHE transmitem-se pela via feco-oral, mormente através da contaminação de mananciais de água, consumo de alimentos contaminados, principalmente mariscos mal cozidos.

O período de incubação do VHA varia de 15 a 45 dias, enquanto que o do VHE varia de 7 a 50 dias.

O período prodrômico da doença se assemelha a qualquer hepatite aguda viral. Em ambas as viroses o período de estado perdura de 15 dias até alguns meses.

O diagnóstico do VHA se dá, na fase aguda, através da determinação do antiVHA-IgM. Este anticorpo aparece no início do período de estado, eleva seus títulos até a 4^a e a 6^a semana, diminuindo progressivamente até desaparecer em torno do 4^o mês após o início da doença. O VHA-IgG é um anticorpo neutralizante, cicatriz imunológica, que eleva seus títulos concomitantemente com a fração IgM, entretanto permanece no soro por toda a vida do indivíduo indicando imunidade.

Deste modo, o diagnóstico de infecção prévia pelo VHA ("status" de imunidade) se dá através da determinação do antiVHA-IgG, enquanto que a fração IgM (antiVHA-IgM) é responsável pelo diagnóstico da doença aguda. É de se chamar atenção, que em algumas situações o antiVHA-IgM pode representar uma falsa positividade, sobretudo indivíduos que tem fator reumatóide positivo ou ainda indivíduos que foram expostos ao vírus da hepatite A nos últimos 12 meses, mantendo anticorpos IgM por período prolongado.

O diagnóstico do VHE se dá de maneira semelhante ao VHA. A fração IgG e IgM eleva-se concomitantemente no final do período prodrômico, alcançando seu pico entre a 4^a e a 6^a semana da doença, diminuindo progressivamente a partir de então. O antiVHE-IgG permanece no soro como cicatriz imunológica.

No Brasil, não temos Kits comercialmente disponíveis para testar o antiVHE-IgM, daí utilizamos antiVHE-IgG através para diagnóstico de contato com o vírus, dificultando o diagnóstico de infecção aguda. Assim sendo, a elevação dos títulos do antiVHE-IgG num paciente com hepatite aguda não-A não-B, se torna muito sugestivo da etiologia VHE.

Tratando-se viroses hepatotrópicas de transmissão entérica, logicamente que a melhoria das condições de vida da população tem espetacular impacto da redução da transmissão da doença. Países sul-americanos que melhoraram suas condições de saneamento básico como Chile, apresenta hoje um perfil epidemiológico para a hepatite A muito semelhante aquele observado em países da comunidade européia. Deste modo, investir em saneamento básico para a população, assim como a incluir o tratamento da água para consumo humano, é de fundamental importância no controle da doença.

Para infectar-se pelo VHE, é necessária uma grande concentração de partículas virais, situação que esta habitualmente relacionada ao consumo de água contaminada. É possível ser esta a explicação para o fato do VHE apresentar como característica a ocorrência em grandes epidemias, onde acontece contaminação grosseira de mananciais e suprimento de água.

Os casos esporádicos de VHE parecem estar mais associados ao consumo de frutos do mar, uma vez que os moluscos têm grande número de partículas virais no seu tubo digestivo.

A vacinação para o VHA já é possível em nosso meio, entretanto seu elevado custo ainda impede a sua utilização universal. Os indivíduos pertencentes a grupo de risco, incluindo-se os profissionais de área de saúde devem fazer o rastreamento com anti VHA IgG e aqueles com resultado negativo devem receber vacinação.

Quanto ao VHE, ainda não temos nenhuma vacina comercialmente disponível devendo concentrar ainda mais a sua atenção nas medidas profiláticas gerais, sobretudo nos países hiperendêmicos da África e da Ásia.

27.3. Viroses Hepatotropicas de Transmissão Parenteral e Sexual

27.3.1. Aspectos Gerais da Infecção pelo VHC

O vírus da hepatite C (VHC) foi identificado pôr Choo e cols. em 1989. Desde então, demonstrou-se ser este o principal agente etiológico das hepatites crônicas: Não-A Não-B. Em vários países do ocidente o VHC foi implicado na etiologia da hepatite aguda Não A Não B, sobretudo aquelas de transmissão parenteral.

O VHC pertence à família *flaviviridae*, tem gonoma RNA de hélice única positiva que codifica uma poliproteína viral. Esta, por sua vez, sofre um processo de clivagem no citoplasma do hepatocito, originando as proteínas virais estruturais (envelope e core), além das proteínas não-estruturais (helicases e replicases).

Após o desenvolvimento de um teste diagnóstico Elisa pôr Koo e Cols. Em 1989, passou-se a diagnosticar a infecção através da determinação do anticorpo antiHCV no soro dos pacientes infectados, permitindo que medidas profiláticas pertinentes fossem adotadas, mormente aquelas relacionadas à triagem de doadores de sangue.

27.3.2. Epidemiologia

Segundo a Organização Mundial de Saúde, existem cerca de 170.000.000 portadores do VHC no mundo. De modo geral, considera-se que a prevalência da infecção pelo VHC alcance 1 a 2% da população mundial, existindo bolsões de alta prevalência em algumas regiões da África.

A transmissão do VHC ocorre pôr "via parenteral" ou de maneira não identificada, adquirida na comunidade, chamada de "forma esporádica". São grupos de risco para esta virose de transmissão parenteral: indivíduos que receberam transfusão de sangue e/ou hemoderivados, usuários de drogas intravenosas, inaladores de cocaína, indivíduos tatuados ou com outras exposições percutâneas.

Situações habituais do cotidiano podem transmitir o vírus C, como a partilha de lâmina de barbear, recentemente descrita na Índia.

A transmissão sexual é de menor importância enquanto a transmissão intra-familiar parece ser mais dependente da partilha de instrumentos de uso estritamente pessoal como tesoura de unha e lâmina de barbear.

A transmissão de mãe para filho (vertical) é bem menos importante na hepatite C quando comparada a hepatite B, entretanto já se demonstrou que gestantes com elevada carga viral, ou aquelas co-infectadas pelo HIV apresentam maior risco de transmissão da doença para os recém nascidos.

Na Bahia, os fatores de risco foram avaliados pacientes candidatos a tratamento antiviral. Destacaram-se a história de transfusão sanguínea, o uso de complexos vitamínicos endovenosos com seringa não descartável, além de tatuagem. O uso de drogas endovenosas assume uma menor importância em nosso meio quando comparamos aos países Europeus, entretanto, a utilização de cocaína inalatória parece ter relevante papel na transmissão do vírus.

27.3.3. História Natural

A história natural da hepatite C foi conhecida através de estudos retrospectivos que avaliaram a hepatite pós-transfusional ou hepatite C adquirida após uso de hemoderivados contaminados.

A história natural da hepatite aguda C esporádica é menos conhecida, porém assemelha-se àquela da forma pós-transfusional, com elevado grau de cronificação e dissociação bioquímico – virológica.

Freqüentemente, o paciente com hepatite C tem uma doença aguda clinicamente silenciosa, raramente sintomática, estimando-se que apenas 5 a 10% desenvolvam icterícia. Após a fase aguda da doença, é comum a evolução para o estado de portador do VHC.

Aproximadamente 90% dos pacientes infectados tornam-se portadores crônicos do VHC, evoluindo sem qualquer sintoma clínico durante 15 a 25 anos. Após este período, cerca de 20 a 40% desenvolvem doença hepática potencialmente grave.

Muitas vezes, o diagnóstico da infecção crônica é incidental. Outros pacientes são triados por pertencerem a grupos de risco para viroses de transmissão parenteral.

Os pacientes com evolução lenta da doença, chamada “lenta fibrosantes”, evoluem, aparentemente, estáveis e não desenvolvem doença hepática grave.

O padrão bioquímico da infecção crônica pelo VHC é variável. A maioria dos indivíduos infectados apresenta elevação persistente de aminotransferases ou mesmo flutuações das enzimas hepáticas com longo período de normalização bioquímica. Existe um subgrupo de pacientes, estimado em 10 a 30%, que evolui com aminotransferases persistentemente normais. Este subgrupo tem a história natural pouco conhecida, porém, aparentemente, apresenta uma forma leve de doença hepática.

O carcinoma hepatocelular pode ser uma consequência tardia da infecção pelo vírus da hepatite C em pacientes que alcançaram o estágio de cirrose. Diferente do vírus da Hepatite B o VHC não se integra no genoma do hospedeiro, não podendo ser considerado um vírus oncogênico. É provável que a infecção pelo VHC predisponha ao carcinoma hepatocelular por via indireta, através da cirrose em associação com o estímulo regenerativo causado pela infecção viral.

27.3.4. Variabilidade Genômica

A organização genômica aproxima-se daquelas observadas em outras flaviviruses. O vírus C tem elevada chance de sofrer mutações genômicas aleatórias, fato que contribui para a persistência do vírus e desenvolvimento de hepatite crônica.

Reconhecemos regiões de alta variabilidade no genoma viral. Diante da pressão imunológica do hospedeiro, estas regiões sofrem mutações que impedem a neutralização do vírus pelos anticorpos do hospedeiro. Uma região hipervariável localiza-se na sequência E2NS1, atualmente chamada proteína p-7, responsável pela síntese de epitopos do envelope viral.

A maior consequência destas mutações aleatórias é o fenômeno da "quasiespécies". Estas confundem o sistema imunológico do hospedeiro, culminando com o escape viral à resposta imunológica humoral.

Já foram identificados cerca de 9 genótipos do VHC, entretanto 6 genótipos são considerados principais. Atualmente são classificados por números arábicos segundo a classificação mais aceita internacionalmente. Sua distribuição é variável conforme a região geográfica. Assim, no Ocidente predominam os genótipos 1, 2 e 3, enquanto em algumas regiões da África predomina o genótipo 4 e 5. O genótipo 6 é encontrado na Ásia e no Oriente Médio.

Os subtipos virais são denominados por letras do alfabeto: a, b, c, etc. Apresentam uma homologia genômica mais restrita que os diferenciam dos "isolados" e das "quasiespécies". Reconhece-se hoje o genótipo 1 subtipo b (1b) como mais agressivo relacionado com as formas graves da doença, além de menor possibilidade de resposta ao tratamento antiviral. Os genótipos 2 e 3 estão associados às formas mais leves de doença hepática e melhor resposta a terapêutica com antivirais. No Brasil, há variações regionais quanto à prevalência dos genótipos do VHC. Na Bahia, o genótipo 1 predomina, seguido do genótipo 3.

27.3.5. Quadro Clínico

A infecção crônica pelo vírus da hepatite C é habitualmente oligossintomática. Muitas vezes o diagnóstico da infecção é incidental. Por outro lado, a suspeita diagnóstica pode ser aventada por sinais e sintomas clínicos de insuficiência hepatocelular, mostrando o grande espectro de doença hepática. Sintomas inespecíficos como fadiga muscular e artralgia podem alertar o clínico para investigar hepatite C.

Algumas doenças autoimunes estão associadas à infecção pelo VHC. O mecanismo de autoimunidade do VHC ainda não foi elucidado, entretanto há evidência que o vírus possa agir como um gatilho para desencadear a reação autoimune. Assim, a hepatite autoimune, a síndrome de Sjogren, a síndrome Sicca, o líquem planus, a tireoidite autoimune, a crioglobulinemia mista, a glomerulonefrite e miosite podem estar relacionadas à infecção viral.

27.3.6. Diagnóstico Sorológico

Na rotina clínica, o diagnóstico sorológico da infecção pelo VHC se faz pela determinação do anti HCV pela técnica de ELISA de 2ª ou 3ª geração. Estes testes estão disponíveis no mercado e apresentam sensibilidade e especificidade superior a 90%.

Os indivíduos com antiHCV positivo devem submeter-se a um teste confirmatório, uma vez que existem resultados falso positivo. A confirmação deve ser realizada através do Imunoblot (RIBA) ou através do PCR (Reação de Polimerase em Cadeia). Em função da padronização do PCR e do seu custo atualmente mais acessível, este teste pode ser utilizado como confirmatório. Além disso, o PCR nos traz informações sobre replicação viral e infectividade. Fig.6

A carga viral é um teste complementar, só utilizado em pacientes candidatos a terapêutica antiviral ou ainda para avaliar risco de transmissão vertical. Os testes para carga viral habitualmente utilizados em nosso meio são o bDNA ou RT-PCR uma vez que ambos são padronizados e estão comercialmente disponíveis no Brasil. A preferência entre um ou outro teste se dá pela experiência de cada serviço (11).

A genotipagem viral também deve ser reservada para pacientes candidatos a terapêutica antiviral uma vez que define o tempo de tratamento.

27.3.7. Histopatologia

O espectro histopatológico da infecção pelo VHC é muito amplo. Descrevem-se desde casos de lesão hepática mínima até formas mais agressivas da doença além de cirrose hepática.

Os achados histopatológicos mais característicos são o infiltrado portal de maior ou menor intensidade, a presença de necrose em saca-bocados, infiltrado lobular e necrose de células isoladas. Observa-se ainda esteatose, agressão canalicular, e formação de agregados e folículos linfóides, geralmente próximos aos espaços porta. Embora estes achados caracterizem a infecção pelo VHC, sabe-se que nenhum deles é patognomônico para o diagnóstico da doença. (12).

27.3.8. Vírus da Hepatite B (VHB) - Aspectos Gerais

Dentre os vírus hepatotrópicos de transmissão parenteral o VHB é o mais conhecido. Trata-se de vírus DNA da família *Hepadnaviridae*, composta ainda do vírus da hepatite da marmota, vírus da hepatite do esquilo e vírus da hepatite do pato de Pequim.

A transmissão do VHB se faz por via parenteral, e, sobretudo, pela via sexual, sendo considerada uma doença sexualmente transmissível. A transmissão vertical (Materni-Infantil) também é freqüente na disseminação do VHB (1).

O período de incubação da doença varia de 15 dias a 6 meses, provavelmente dependendo da carga viral no inóculo. Por sua forma de transmissão, o VHB delimita grupos de riscos, destacando-se os homossexuais, os indivíduos heterossexuais de vida sexual promíscua, usuários de droga endovenosa, indivíduos politransfundidos e profissionais da área de saúde.

A replicação do vírus B o aproxima filogeneticamente dos retrovírus. O VHB também se replica através da transcrição reversa utilizando-se de um tutor RNA para sintetizar o seu DNA complementar. Além desta replicação peculiar, o vírus da hepatite B possui a propriedade de integrar seu genoma ao genoma do hospedeiro, momento em que pode agir como um vírus oncogênico (2).

De maneira semelhante às outras viroses hepatotrópicas, as infecções causadas pelo vírus da hepatite B são habitualmente anictéricas. Apenas 30% dos indivíduos fazem a forma icterícia da doença, reconhecida clinicamente.

Aproximadamente 5 a 10% dos indivíduos infectados cronificam, podendo evoluir para doença hepática avançada e carcinoma hepatocelular (3). O diagnóstico da infecção pelo vírus da hepatite B se dá pela sorologia, rotineiramente utilizada.

O vírus B inicia a replicação no hepatócito na semana que antecede as suas manifestações clínicas. Nesta fase, o AgHBs, ou seja, o antígeno de superfície do vírus da hepatite B, pode ser determinado sem que o indivíduo tenha ainda sintomas ou evidências de necrose hepatocelular (4).

Ao iniciar a sintomatologia e a elevação de aminotransferases, aparecem o anticorpo anti-HBc da classe IgM, com o anticorpo anti-HBc da classe IgG. O anti-HBc IgM, juntamente com o AgHBs, constituem a chave do diagnóstico da infecção aguda, uma vez que a fração IgG deste anticorpo serve apenas como evidência de memória imunológica. Na fase inicial da doença os marcadores de replicação (AgHBe e o VHB-DNA) são encontrados em títulos altos. À medida que a infecção se instala, a resposta imunológica do hospedeiro modula a infecção e diminuindo progressivamente a replicação viral.

Os indivíduos que apresentam resposta imunológica satisfatória conseguem debelar a replicação viral, geralmente, até o 3º mês da doença, fazendo com que o AgHBe desapareça dando lugar ao aparecimento do anti-HBe, anticorpo que demonstra a parada da replicação do vírus B. A ausência da soro-conversão AgHBe, anti-HBe até o 3º mês da doença aguda é sinal de mau prognóstico, pois indica falha do sistema imunológico e tendência para cronificação do processo.

Cessando a replicação viral ocorrerá o desaparecimento progressivo do AgHBs e, algumas semanas após, surgirá o anti-HBs, anticorpo neutralizante e indicativo de cura da infecção.

Os indivíduos que cronificam, permanecem como portadores do vírus por tempo variado. Nestes pacientes, os marcadores de replicação viral e as manifestações clínicas serão dependentes da interação "vírus x hospedeiro" (5).

O vírus da hepatite B não é diretamente citopático. A lesão hepatocelular é induzida pela atividade do sistema imunológico do hospedeiro.

Devido a esta peculiaridade a infecção crônica pelo VHB pode ser dividida em três fases: **1.** fase de imunotolerância, onde o sistema imunológico aceita a replicação viral mesmo em altos títulos, sem causar lesão hepatocelular; **2.** por um motivo desconhecido, as células CD4 reagem contra os antígenos virais e estimulam a lise das células que expressam esses antígenos. Ocorre, então, um período de luta do sistema imunológico, gerando inflamação hepática, necrose hepatocelular, com maior ou menor agressividade da doença. No momento em que o sistema imunológico se impuser, há a soro-conversão AgHBe/anti-HBe cessando a replicação viral, caindo os títulos de VHB-DNA progressivamente até o seu desaparecimento, quando determinado pela técnica do Dot-Blot. Entretanto, o indivíduo permanece portador do AgHBs, pois o vírus já estará integrado ao genoma do hospedeiro, caracterizando a fase **3** de integração. Termina aí a

agressão hepatocelular inflamatória, tornando o paciente de risco para desenvolvimento de carcinoma hepatocelular.

Antígenos do vírus da hepatite B podem ser demonstrados através de técnicas de imunohistoquímica no tecido hepático. O AgHBc expresso no citoplasma e na membrana das células gera a resposta imunológica através das células CD8 ativadas. A imunidade celular contra o antígeno de centro do vírus da hepatite B constitui o mais forte componente da resposta imunológica do hospedeiro (6).

A profilaxia do vírus da hepatite B já é possível através da vacina de segunda geração, com proteína viral recombinante. Apesar dos esforços, ainda se estima que existam 400.000.000 de portadores do vírus no mundo, tornando o VHB como o segundo carcinógeno em importância, superado apenas pelo cigarro em relação ao câncer de pulmão.

Estudos do Serviço de Gastro-Hepatologia da Universidade Federal da Bahia mostraram que, na década de 80, cerca de 3% da população de Salvador era portadora do vírus. Avaliações epidemiológicas mais recentes apontam para a redução progressiva da prevalência de portadores do VHB na região. A explicação para esse fato reside, provavelmente, na melhoria das condições dos nossos bancos de sangue, refletindo na melhor qualidade do sangue transfundido. Por outro lado, mudanças de comportamento sexual ocorridas após as campanhas de esclarecimento sobre o vírus da AIDS também podem ter atuado na redução da prevalência da doença.

Apesar deste sensível decréscimo da prevalência do VHB, sabemos que este ainda é um problema de saúde pública mundial, onde determinadas regiões são ditas hiperendêmicas. É o caso da costa leste do continente Africano e Amazônia brasileira.

O tratamento da infecção pelo vírus B já é possível através da utilização de imunomodulador (Interferon-alfa) ou de antivirais como nucleosídeos análogos. O custo elevado do Interferon, seus efeitos colaterais e o conhecimento dos fatores preditivos da resposta terapêutica impedem que esse tratamento seja utilizado em larga escala (7).

Um aspecto atual dentro das infecções pelo vírus B é a emergência de cepas mutantes virais que alteram a história natural da doença. Tais cepas mutantes emergem a partir da pressão do sistema imunológico do hospedeiro contra o vírus. O exemplo clássico são as cepas mutantes pre-core, que escapam da sensibilização das células CD4/CD8. Outra cepa mutante chamada PreS escapa dos anticorpos neutralizantes anti-HBs.

As cepas mutantes colaboram para o vírus escapar do sistema imunológico, confundindo a resposta imunológica do hospedeiro. O aparecimento das mutações são uma consequência dos avanços terapêuticos e imunoproliféricos que estão sendo obtidos, o que permite pressupor que outras cepas mutantes emergirão, tornando cada vez mais fascinante este capítulo da Hepatologia.

27.3.9. Vírus da Hepatite D (VHD)- Aspectos Gerais

O vírus da hepatite Delta foi inicialmente descrito por Rizzetto e Cols (1). Trata-se de vírus RNA defectivo, sem envelope próprio, cuja principal característica é utilizar o envelope do vírus da hepatite B, tornando viável a sua sobrevivência e sua replicação. O VHD está filogeneticamente relacionado aos viroides causadores de doenças em plantas, mostrando semelhanças com o vírus do mosaico do tabaco.

Este vírus se transmite por via parenteral e sexual. A infecção pode ocorrer ao mesmo tempo em que se transmite o vírus da hepatite B, ou, mais habitualmente, superinfectando portadores do VHB (2). No primeiro caso existe uma co-infecção, quando o paciente tenderá a desenvolver uma doença aguda, mais grave, aumentando seu risco de evolução para formas fulminantes. No segundo caso (superinfecção) o portador do vírus B fará uma agudização da sua doença, motivada pela atividade do VHD.

A principal consequência clínica da infecção aguda pelo VHD é a tendência à forma fulminante da doença, visto que o portador de vírus B já pode ter algum comprometimento da reserva funcional hepática e quando superinfectado descompensará a sua doença. O paciente cronicamente infectado pelo VHD tenderá à evolução mais grave da doença progressa, com mais rápida evolução para cirrose hepática (3).

O VHD predomina na Bacia Mediterrânea da Europa e, sobretudo no Norte da África. Na América do Sul, curiosamente, a infecção pelo VHD está restrita à região Amazônica onde existem áreas de alta prevalência VHB.

Uma forma peculiar de hepatite Delta foi inicialmente descrita no Brasil, onde recebeu o nome de febre de Labrea, uma vez que predominava na cidade de Labrea, região de Alto Purus. Posteriormente, a febre de Labrea foi descrita em áreas da floresta Amazônica localizadas no Peru, Colômbia (Santa Marta) e Venezuela. Outra forma similar da doença também foi descrita na floresta Equatorial Africana, onde atingia indivíduos jovens e apresentava alta taxa de letalidade, semelhante aos casos descritos na região Amazônica (4).

Estes relatos apresentavam quadro histológico peculiar, com necrose hepatocelular moderada, balonização hepatocelular, com hepatócitos aumentados de volume, contendo em seus citoplasmas gotas de gordura circundando o núcleo. Essas células foram chamadas de células de mórula, em função do seu aspecto morfológico (5).

Autores franceses preferiram o nome de “espongiócitos” dado aos casos estudados na floresta Equatorial Africana, semelhantes clínica e histologicamente à febre de Labrea (6).

Os estudos epidemiológicos realizados no Brasil, Colômbia, Venezuela e demais regiões da América do Sul, além da República Centro Africana implicaram o vírus Delta como a maior responsabilidade etiológica nos casos da hepatite de Labrea ou hepatite espongiocitária. A superinfecção pelo vírus Delta foi observada em 50 a 80% dos casos de hepatite fulminante espongiocitária na América Latina e na República Centro Africana (7).

Por outro lado, o quadro histológico dessa síndrome não foi observado em outras superinfecções Delta, nos Estados Unidos, na Amazônia Ocidental e mesmo na Europa, demonstrando a peculiaridade desta forma clínica.

27.4. Profilaxia e Biossegurança nas Víroses Hepatotrópicas de Transmissão Parenteral e Sexual

As medidas profiláticas nas viroses e transmissão parenteral podem ser divididas em primárias (medidas gerais que visam uma redução global, o risco para disseminação da doença) e profilaxia secundária (visa a prevenção do desenvolvimento de doença numa pessoa já infectada).

A prevenção primária pode reduzir ou eliminar o risco potencial para transmissão do VHC nas seguintes condições: a) transmissão por sangue ou hemoderivados; b) transmissão pela partilha de seringas; c) transmissão sexual associado à promiscuidade; d) transmissão por inoculação cutânea por hábitos urbanos (tatuagem, piercing, etc.) e) transmissão ocupacional nosocomial.

Na ausência de vacina contra o VHC as medidas de prevenção primária e secundária se tornam de fundamental importância para controle da doença visto que o VHB e conseqüentemente o VHD já podem ser evitados com a vacinação universal que deve ser definitivamente recomendada à população, mormente aos indivíduos pertencentes ao grupo de risco, tais como os profissionais de área de saúde.

Dentre as medidas de profilaxia primária destacam-se:

- ▶ rastreamento em bancos de sangue e centrais de doação de sêmen
- ▶ rastreamento de doadores de órgãos
- ▶ complementação e manutenção de práticas de controle de infecção em hospitais e laboratórios.

Dentre as medidas de profilaxia secundária podemos definir: 1- identificação, aconselhamento e testes para a doença realizados periodicamente em indivíduos pertencentes ao grupo de risco. 2- tratamento antiviral dos indivíduos infectados. 3) programas de educação médica continuada e treinamento em medidas de inativação do vírus em clínicas, hospitais e laboratórios.

A transmissão nosocomial do VHC ainda é possível se procedimentos de desinfecção ou técnicas de controle de infecção não são adequadamente implementados em Unidades de Saúde. A principal via de transmissão nosocomial e ocupacional é através de utilização de instrumentos perfuro-cortantes (agulhas, cateteres, etc) contaminados ou através de risco ocupacional por acidente com material contaminado.

Os profissionais da área de saúde, principalmente aqueles que trabalham em áreas de emergência ou laboratório, são altamente expostos ao contato com o sangue e derivados tornando-se mais susceptíveis a infecção do vírus hepatotrópicos de transmissão parenteral.

Habitualmente, a prevalência do VHC nos trabalhadores de serviços de emergência médica é apenas um pouco mais elevado do que aquela observada na população geral e cerca de 10 vezes menor do que a prevalência de marcadores do vírus da hepatite B. Isso se deve ao fato de que o risco de transmissão parenteral do VHB em acidentes ocupacionais ser cerca de 5 a 10 vezes maior do que aquele observado para o VHC.

Embora a transmissão do VHC através de mucosa não tenha sido completamente documentada, existem alguns relatos implicando contato de material contaminado com mucosa de olhos e boca na transmissão da doença. Quanto ao VHB, a transmissão por exposição em mucosa, com material contendo alta carga viral, também já foi descrita.

O encorajamento de medidas de prevenção primária por exclusão de sangue, plasma, órgão, tecido ou sêmen de doadores com marcadores sorológicos para o VHC e VHB se faz necessário. Além disso, a inativização viral em produtos derivados de sangue ou plasma incluindo imunoglobulinas é de fundamental importância.

A utilização de barreiras minimizando a exposição da pele e da mucosa a produtos de sangue é de fundamental importância, sobretudo em profissionais da área de saúde. O uso de luvas, óculos protetores e máscaras devem fazer parte do treinamento desses profissionais. É ainda recomendada a manipulação de soro em fluxo laminar.

As unidades de saúde devem envidar esforços para educar o seu pessoal com programas periódicos de treinamento em práticas de prevenção da transmissão de viroses parenterais dentre elas o VHC e o VHB. Tais medidas devem ser centralizadas principalmente em serviços de hemodiálise, encorajando o uso e a troca de luvas ao manipular secreções dos pacientes assim como na limpeza dos equipamentos. Nesses centros, nenhum equipamento utilizados num paciente portador de VHC deve ser reutilizado em outros pacientes.

No campo da prevenção secundária, os indivíduos pertencentes a grupo de risco devem ser rastreados obedecendo ao racional do maior ou menor risco de exposição que muitas vezes assume um caráter regional.

Em nosso meio, a tatuagem e o uso de complexos vitamínicos, através de seringas não descartáveis, assume a proporção muito mais elevada do que aquela observada nos Estados Unidos e Europa.

No caso específico de profissionais da área de saúde, qualquer acidente de trabalho deve ser imediatamente comunicado a central de infecção hospitalar que adotará as medidas necessárias.

A investigação de viroses hepatotrópicas e transmissão parenteral durante o pré-natal está estabelecida no que se refere à infecção pelo vírus da hepatite B, entretanto não há ainda uma definição quanto ao vírus da hepatite C, visto que o risco de transmissão vertical do VHC é pequeno se comparado ao VHB.

A exposição por acidente de trabalho com material contaminado proveniente de pacientes portadores do VHB e VHC merece comentários especiais. Habitualmente, o indivíduo vacinado com elevados tipos de anti HBs não correrá risco de desenvolver infecção aguda pelo VHB, salvo em situações especiais tais como cepas mutantes virais, cujas mutações na região S do vírus permitem que o mesmo escape da ação neutralizante dos anticorpos.

Felizmente, a infecção por cepas mutantes virais é rara, sobretudo nos Países da América Latina não sendo merecedor de maiores preocupações.

Caso o indivíduo não seja vacinado, se faz necessário à imediata vacinação, além da utilização de imunoglobulina hiperimune (HBIG) preferencialmente nas primeiras 48 horas que sucedem ao acidente. Essas medidas permitem evitar a doença em 95 a 98% dos casos.

No caso da hepatite C, a inexistência de vacina não nos permite nenhuma medida contundente que possa evitar a infecção. Além disso, o uso profilático de agentes antivirais nesta situação não está recomendado.

Por outro lado, o reconhecimento imediato da infecção pós-exposição nos permite identificar pessoas na fase inicial da doença. Na infecção pelo VHC recomendamos o tratamento na fase aguda com boas possibilidades de erradicação viral.

Um indivíduo exposto ao VHC deve ter de imediato a determinação do antiHCV para confirmar se o mesmo estava livre da doença no momento da exposição. Segue-se, portanto a determinação mensal do antiHCV até o 6º mês pós-exposição recomendando-se ainda a determinação do HCV-RNA por técnica de RT-PCR ultra-sensível após a 4ª semana de exposição e por volta da 24ª semana. Tais medidas visam o reconhecimento precoce da seroconversão ou mesmo a confirmação da replicação viral numa fase onde a seroconversão ainda não aconteceu.

O vírus da hepatite B, em conformidade com outro vírus DNA, é mais resistente do que o vírus da hepatite C cujo genoma é RNA. Assim sendo, o VHB pode resistir até 7 dias no ambiente e sua sobrevivência poderá ser ainda maior se o mesmo estiver em um ambiente úmido, mormente em sangue, plasma ou soro e ao abrigo da luz.

O ácido nucléico do VHB pode ser evidenciado em várias secreções, destacando-se entre elas a saliva, o esperma, a secreção vaginal, o leite materno e mesmo a lágrima. Cerca de 107 viriúns podem ser encontrados nessas secreções. Já se demonstrou também que o DNA do vírus B pode ser isolado em urina, no suor e nas fezes do paciente infectado.

A contagiosidade do VHB em relação a outras viroses de transmissão parenteral é muito mais elevada. O risco de contaminação por acidente percutâneo com material contaminado pode alcançar a 30% no VHB, 3 a 8% no VHC e 0,3 a 1% no HIV. Também o risco de transmissão sexual se torna mais elevado no VHB (30 a 80%) comparado ao HIV (0,1 a 10%) e ao HCV (raro).

O vírus da hepatite B é um vírus resistente. O DNA do VHB pode resistir durante 10 horas a 60°C e durante 5 minutos a 100°C. No antígeno AgHBs pode permanecer estável durante 6 horas a um Ph de 2,4 que é habitualmente capaz de inativar várias viroses, sobretudo aquelas com genoma RNA.

O vírus da hepatite B resiste ao éter e ao álcool a 90° e permanece viável após vários anos de congelamento. Este vírus pode persistir no meio externo por vários dias, sobretudo se estiver em sangue, plasma e ao abrigo da luz.

Para descontaminação de material e objetos contaminados pode-se utilizar um tratamento térmico com calor seco durante 1 hora a 70° C ou calor úmido em autoclave por 15 minutos a 120° C. Demonstrou-se ainda que 20 minutos de calor úmido a 98°C também pode inativar o vírus.

Dentro de meios químicos pode-se utilizar o hipoclorito de sódio a 10% por 2 horas ou ainda o oxido de etileno a 5% por 30 minutos. O uso do gluteraldeído é uma alternativa desde que o material seja embebido na solução por pelo menos 2 horas.

Todas essas medidas físicas e químicas de inativação do VHB também agem na inativação do VHC visto que este último é menos resistente que o VHB.

27.5. Referência:

- ▶ ALTER, H. J. **Epidemiology of hepatitis C in the west**. Semin. Liv. Dis., 15(1): 5-14, 1995.
- ▶ ALTER, H. J.; MARGOLIS, H. S. & KRAWCZYNSKY, K. **Natural history of community asquired hepatitis C in the United States**. N. Engl. J. Med., 327: 1899-905, 1992.
- ▶ ANDRADE, Z.; LESBORDES, J. L.; RAVISSE, P.; PARANÁ, R.; PRATA, A.; BARBERINO, J. S. & TREPO, C. **Acute severe hepatitis with Microvesicular Steatosis**. Rev. Bras. Med. Tropical, 25: 155-160, 1992.
- ▶ ARANKALLE, V. A. & CHOBE, L. P. **Hepatitis E vírus: Can it be Transmitted Parenterally?** J. Viral. Hepat., 1999 Mar; 6(2): 161-164.
- ▶ _____ . **Hepatitis e vírus: Can it be Transmitted Parenterally?** J. Viral. Hepat., 1999 Mar; 6(2): 161-164.
- ▶ BRADLEY, D. W. **Hepatitis E – A Brief Review**. J. Hepatol., Sup. 1, 22: 140-145, 1994.
- ▶ _____ . **Hepatitis E: Epidemiology, Etiology and Molecular Biology**. J. Med. Virol., 2: 19-28, 1992.
- ▶ CHOO, Q. L.; KUO, G. & WEINER, A. J. **Isolation of a cDNA clone derived from a blood-borne non-A non-B hepatitis genome**. Science, 224: 359-62, 1989.
- ▶ CONJEEVARAN, H. S. & DI BISCERGLIE, A. M. **Natural History of Hepatitis D**. In: ZUCKERMAN, A. J. & THOMAS, H.C. eds Viral Hepatitis. Churchill. Linvinstone, Edinburg, p. 341-50, 1993.
- ▶ DUSHEIKO, G.; SCHMILOVITZ-WEISS, H. & BROOWN, D. **Hepatitis C viral genotype: An investigation of type - specific differences in geographic origen and disease**. Hepatology, 19: 1113-18, 1994.
- ▶ ERKER, J. C.; DESAI, S. M. & MUSHAHWAR, I. K. **Rapid detection of Hepapitis e vírus RNA by reserse transcriptionpolymerase chain reaction using universal oligonucleotide primera**. J. Virol. Methode. 1999. Aug: 81 (1-2): 109-13.
- ▶ FERRARI, C.; BERTOLETTI, A.; VALLI, A.; DEGLI, A.A.; GUIBERT, T.; CAVALLI, A.; PETIT, M.A. & FIACCADORI, F. **Cellular immunoresponse to hepatitis B vírus encded antigens**. J. Immunol., 145: 3442-49, 1992.
- ▶ FISHER, H. P.; WILLSCCH, E.; BIESHOFF, E. **Histopathological findings in chronic hepatitis C**. J. Hepatol., 24(2) Suppl 2, 35-42, 1996.
- ▶ GERIN, J. L. **Hepatitis D vírus**. In: Postgraduated Course of the AASLD (ed), p. 175-83, 1994.
- ▶ Manuel the Prévencion. **Hepatite B: Détistage, Prévencion**. INSERM-Institute National de la Recherche Medical. Paris, 1998.
- ▶ HOOFNAGLE & DI BISCEGLIE, A. M. **Serologic diagnosis of acute and chronic viral Hepatitis**. Sem. Liv. Dis., 11(2): 73-83, 1991.
- ▶ HOOFNAGLE, J. **Hepatitis C: The clinical spectrum of the disease**. Hepatology, 26(3) Suppl. 1, 15-20 S, 1997.

- ▶ KORETZ, R. L. **Acute Hepatitis**: Single Papers Two Reelers. In: Giynick, G. ed. *Current Hepatology*, Mosby Inc, St Louis, p. 1-42, 1994.
- ▶ KRAWCZINSKY, K. & SJOGREN, M. **Hepatitis E**. In: Postgraduated Course, Annual Meeting of the A.A.S.L.D., Ed. Chicago, p. 69-78, 1994.
- ▶ KUO, G.; CHOO, Q. L. & Alter, H. J. **Na assay for circulating antibodies to a major etiologic vírus of human non-A non-B hepatitis**. *Science*, 224: 362-4, 1989.
- ▶ LYRA L.. **Hepatitis A,B,C,D,E**. In: DANI, R. & CASTRO, L.P. (eds). *Gastroenterologia Clínica*, Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2: 1266-86, 1995.
- ▶ PANG, L.; ALENCAR, F. E. C. L.; CERUTTI, C.; MILHOUS, W. K.; ANDRADE, A.L.; OLIVEIRA, R.; ANESATHASON, N.; MACATHY, R. O. & HOKE, C. H. **Hepatitis E infection in the Brazilian Amazon**. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 52: 347-48, 1995.
- ▶ PARANÁ R.; GERARD, F.; LESBORDES, J.L.; PICHOU, C.; VITVITSKY, L.; LYRA, L. & TREPO, C. **Serial transmission of spongiocytic hepatitis to woodchucks**. *J. Hepatol.*, 22: 468-73, 1995.
- ▶ PARANÁ, R. **Vírus da Hepatite E**: experiência nacional. *GED*, 14: 189, 1995.
- ▶ PARANÁ, R.; COTRIM, H. & ANDRADE, Z. **Natural history of acute sporadic hepatitis C in Bahia**, Brazil. *Hepatology*, 26(4): 465A.,1997
- ▶ PARANÁ, R.; COTRIM, H.; CORTEY-BOENNEC, M. L.; TREPO, C. & LYRA, L. **Prevalence of Hepatitis E vírus IgG** in Patients from a Referral Center of Liver Disease in Salvador-Bahia, Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1: 60-61, 1997.
- ▶ PERILLO, R.; MASON, A. L. & Therapy. **Hepatitis B vírus Infection**. *Clinics Gastroenterology of North America*, 23: 3, 581-602, 1994.
- ▶ PURCELL, R. H. & GERIN, J. L. **Epidemiology of Delta agent**. In: VERME, G.; BONINO, F.; RIZZETTO, M. (eds) *Viral Hepatitis and Delta Infection*. New York, Allan Liss. Pg. 113-18, 1993.
- ▶ Recommendations for Prevention and Control of Hepatitis C vírus (HCV). **Infection and HCV-Related Chronic Diseases**. US Department of Health and Human Services (CDC) October 16 (47), 1999.
- ▶ REYES, G. R. **Progress in Liver Disease**. Eds. *Hepatitis E vírus: Molecular Biology and Emerging Epidemiology*. W.B. Saunders, p. 203-11, Philadelphia, 1993.
- ▶ RIZZETTO, M. **The Delta Agent**. *Hepatology* 3: 729-735, 1983
- ▶ ROBINSON, W.S. In: ZAKIN, D. & BOYER, T.D. (eds). **"Hepatology"**, W.B. Saunders, Philadelphia, 2: 1146-54, 1996.
- ▶ ROGGENDORF, M.; LU, M. & MEISEL, H. **Raaaational use ol diagnostic tools in hepatitis C**. *J. Hepatol.*, 24(2) Suppl 2, 26-34, 1996.
- ▶ SEEF, L. B. **The natural history of hepatitis C vírus infection**. *Clinics in Hepatology*, 1(3): 587-602, 1987.
- ▶ SHAPIRO, C. N. **Epidemiology of Viral Hepatitis**. In Postgraduated Course Annual Meeting (AASLD) ED. P.1-14, 1994.
- ▶ SJOGREN, M. **Serologic diagnosis of viral hepatitis**. *Gastroenterologic Clinics of North America*, 23: 3, 457-78, 1994.
- ▶ TIBBS, C. **Methods off transmission of hepatitis C**. *J. Virol. Hep.*, 2: 113-19,1995.

- ▶ VELASQUEZ, O.; STETLER, H. C.; AVILA, C.; ORNELAS, G.; ALVARES, C.; HADLER, S. C.; BRADLEY, D. W. & SEPULVEDA, J. **Epidemic transmission of enterically transmitted non-A, non-B hepatitis in Mexico**. JAMA, 263: 13281-85, 1990.