

# Capítulo 1

## **Biossegurança e boas práticas laboratoriais**

Cíntia de Moraes Borba  
Marco Antonio F. da Costa  
Maria Eveline de Castro Pereira  
Paulo Roberto de Carvalho  
Silvio Valle

### **Introdução**

O laboratório é um ambiente extremamente hostil. Convivem no mesmo espaço equipamentos, reagentes, soluções, microrganismos, pessoas, papéis, livros, amostras, entre outros elementos. Para que esse sistema funcione de forma adequada e segura, torna-se necessário:

- Disciplina;
- Respeito às normas e legislações pertinentes;
- Trabalhar no contexto da qualidade e da Biossegurança;
- Consciência ética.

O ambiente laboratorial deve ser entendido como um sistema complexo, onde existem interações constantes entre os fatores humanos, ambientais,

tecnológicos, educacionais e normativos. Essas interações, muitas vezes, favorecem a ocorrência de acidentes.

Um instrumento que pode contribuir para a minimização dessas ocorrências desagradáveis é a Biossegurança, definida como:

Conjunto de estudos e ações destinados a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam comprometer a saúde humana, animal, vegetal e o meio ambiente.

Nessa linha, devemos entender os conceitos de perigo, risco e acidente.

PERIGO, RISCO,  
ACIDENTE ⇒

O perigo é uma possibilidade de causar danos, o risco é a probabilidade de concretização desse perigo e acidente é a concretização desse risco.

BIOLÓGICO ⇒

Relativo a, ou próprio dos seres vivos (*Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*).

No Brasil, a Biossegurança possui duas vertentes:

- A 'legal', que trata das questões envolvendo a manipulação de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e pesquisas com células-tronco embrionárias, e que tem uma lei, a de nº 11.105, chamada Lei de Biossegurança, sancionada pelo governo brasileiro em 24 de março de 2005 (SILVA, PELAEZ e VALLE, 2009; VALLE, 2009; VALLE e BARREIRA, 2007).
- A 'praticada', aquela desenvolvida, principalmente, nas instituições de saúde e laboratórios em geral, que envolve os riscos por agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais,

presentes nesses ambientes, que se encontra no contexto da segurança ocupacional (COSTA e COSTA, 2009; COSTA e COSTA, 2005, 2006; VALLE e TELLES, 2003; CARVALHO, 1999).

Este capítulo, portanto, tem como objetivo apresentar, de forma didática, algumas características da Biossegurança e da qualidade praticadas em espaços laboratoriais. Estando a Biossegurança e a qualidade alicerçadas, principalmente, na postura profissional, consideramos importante discutir, também, alguns conceitos relacionados à ética.

## **1. Facilitando a práxis da Biossegurança**

O homem é um ser biológico, logo, um produto da natureza. Mas também é um ser social, isto é, um produto da cultura, do saber, das suas interrelações. De acordo com Schramm (2006),

o humano enfrenta seu estado de necessidade e precariedade de várias maneiras, inclusive com o saber-fazer racional e operacional da tecnociência. Ademais, neste século adquiriu a competência biotecnocientífica, que visa transformar e reprogramar o ambiente natural, os outros seres vivos e a si mesmo em função de seus projetos e desejos, fato que se torna, cada vez mais, motivo de grandes esperanças e angústias, consensos e conflitos, em particular do tipo moral.

As preocupações da citação anterior, oriundas do desenvolvimento técnico-científico do nosso tempo, vêm impactando de forma acentuada as relações humanas e, nesse sentido, torna-se importante compreender alguns conceitos como os de moral, ética, bioética, deontologia, diceologia, Comitês de Ética em Pesquisa, Comitês de Ética no Uso de Animais e as relações desses conceitos com o direito. A devida compreensão desses conceitos facilitará, sobremaneira, o entendimento das relações que envolvem a Biossegurança (GOLDIM, 2009).

O funcionário não tem moral. Ele agiu sem ética. Afinal de contas, o que é MORAL e o que é ÉTICA?

Normalmente, as palavras ‘moral’ e ‘ética’ são utilizadas como sinônimos, vinculadas a um conjunto de regras obrigatórias. Esta confusão ocorre há muitos séculos. A própria etimologia destes termos gera confusão, já que ética vem do grego ‘*ethos*’, que significa ‘modo de ser’, e ‘moral’ tem sua origem do latim, que vem de ‘*mores*’, significando ‘costumes’. Podemos definir esses termos da seguinte forma:

MORAL ⇒

É um conjunto de normas que regulam o comportamento humano. Estas normas são adquiridas pela educação, pela tradição e pelo cotidiano, ou seja, pelo processo de culturalização. A moral é algo pessoal e íntimo. Por exemplo: andar com os seios à mostra na praia não é moralmente aceito no Brasil, porém, em outros países isso é normal.

ÉTICA ⇒

É o conjunto de ‘valores’ que orientam o comportamento humano em sociedade. O que a caracteriza é a reflexão sobre a ação humana. Por exemplo: é ético jogar resíduo químico na pia?

‘Valores’ são normas, princípios ou padrões sociais aceitos ou mantidos por indivíduo, classe, sociedade, etc. Vásquez (1998) aponta que a ética é teórica e reflexiva, enquanto a moral é eminentemente prática. Uma completa a outra, havendo um interrelacionamento entre ambas, pois, na ação humana, o conhecer e o agir são indissociáveis.

Normas éticas, segundo Christofari (1998: 57),

dizem respeito ao “agir” humano. São aquelas que disciplinam o comportamento do homem, tanto o de foro íntimo e

subjetivo, quanto o de natureza exterior e social. Prescrevem deveres para a consecução de valores. Entretanto, não apenas implicam em juízos de valor, mas impõem a escolha de uma diretriz, de caráter obrigatório num determinado grupo social. Sua principal característica é a possibilidade de serem violadas.

E Bioética, o que é?

Existem várias definições para o termo Bioética, do grego 'bios' (vida) e ética. Podemos defini-la da seguinte forma:

BIOÉTICA ⇒

É uma área do conhecimento interdisciplinar (integração entre as disciplinas), cuja finalidade é compreender e resolver questões éticas relacionadas aos avanços tecnológicos da Biologia e da Medicina e questões que de alguma forma influenciam as nossas vidas.

A Bioética está apoiada em quatro princípios:

- Autonomia;
- Não-maleficência;
- Beneficência;
- Justiça.

**Princípio da autonomia** – É o respeito à vontade, à crença, aos valores morais do indivíduo e à sua intimidade. Discussões sobre os limites morais da eutanásia, do aborto, entre outros, estão no contexto deste princípio. As pessoas têm o direito de decidir sobre as questões relacionadas ao seu corpo e à sua vida. Em indivíduos intelectualmente deficientes, e no caso de menores de 18 anos, este princípio deve ser exercido pela família ou pelo responsável legal.

**Princípio da beneficência** – Assegura o bem-estar das pessoas, evitando danos, e garante que sejam atendidos seus interesses. Busca-se a maximização do benefício e a minimização dos agravos.

**Princípio da não-maleficência** – Assegura que sejam minorados ou evitados danos físicos aos sujeitos da pesquisa ou pacientes. É universalmente consagrado através do aforismo hipocrático *primum non nocere* (primeiro não prejudicar).

**Princípio da justiça** – Exige equidade, ou seja, a obrigação ética de tratar cada indivíduo de acordo com o que é moralmente correto e adequado e de dar a cada um o que lhe é devido.

Em junho de 2005, em reunião na sede da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), para ser discutida a Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos, o Brasil teve um importante papel ao propor e conseguir a aprovação da inclusão neste documento dos campos ‘sanitário’, ‘social’ e ‘ambiental’. Esta declaração foi aprovada por aclamação em outubro de 2005, na 33ª sessão da Conferência Geral da Unesco.

O importante dessa declaração é que a Bioética não fica restrita às ciências da saúde, mas a tudo aquilo que de alguma forma tenha implicação sobre as nossas vidas. Portanto, entre as questões discutidas na Bioética, temos:

Aborto • Eutanásia • Clonagem • Pesquisas com/em humanos • Alimentos transgênicos • Fertilização *in vitro* • Uso de células-tronco embrionárias • Testes com novos medicamentos • Aquecimento global • Tratamento e disposição de resíduos, entre outros.

### **E o que é Deontologia?**

A palavra ‘deontologia’ é originária do grego ‘*deontos*’ (o que é obrigatório) e ‘*logos*’ (estudo). Com isso, podemos defini-la da seguinte forma:

DEONTOLOGIA ⇒

É um tratado de deveres e/ou condutas que regem um profissional. O profissional está sujeito a uma deontologia específica para o exercício da sua profissão conforme o código de ética da sua classe.

Existem inúmeros códigos de Deontologia, sendo esta codificação da responsabilidade de associações ou conselhos profissionais. Normalmente, os códigos deontológicos têm por base as grandes declarações universais e esforçam-se por traduzir o sentimento ético expresso nestas, adaptando-o, no entanto, às particularidades de cada país e de cada grupo profissional. Estes códigos propõem sanções, segundo princípios e procedimentos explícitos, para os infratores do mesmo. Alguns códigos não apresentam funções normativas, tendo apenas uma função reguladora.

**CÓDIGO DE ÉTICA** – Visa à formação da consciência profissional sobre padrões de conduta de uma determinada classe.

### E Diceologia?

Diceologia deriva do grego 'diceo' (direitos) e 'logos' (estudo). Portanto, podemos defini-la como:

DICEOLOGIA ⇒

É um tratado sobre os direitos profissionais de uma determinada classe, à luz do seu código de ética.

### **O que são os Comitês de Ética em Pesquisa?**

Os Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) com Seres Humanos são espaços acadêmicos que avaliam a adequação ética dos projetos de pesquisas que envolvam seres humanos. Quando a pesquisa envolve animais, esses comitês são chamados de Comitês de Ética no Uso de Animais (CEUA).

No caso dos CEPs, esta avaliação é realizada à luz da resolução n. 196 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), de 10 de outubro de 1996, e no caso dos animais, à luz da Lei de Procedimentos para o Uso Científico de Animais, n. 11.794, de 8 de outubro de 2008.

Todos os CEPs devem ser credenciados junto à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep). É uma comissão do CNS, criada através da resolução n. 196/96 e com constituição designada pela resolução n. 246/97, com a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo conselho. Tem função consultiva, deliberativa, normativa e educativa, atuando conjuntamente com uma rede de CEPs, organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. A Conep e os CEPs têm composição multidisciplinar com participação de pesquisadores, estudiosos de Bioética, juristas, profissionais da saúde, das ciências sociais, humanas e exatas e representantes de usuários.

Um instrumento obrigatório nos projetos de pesquisa que envolvem seres humanos é o 'Termo de Consentimento Livre e Esclarecido' (TCLE). A pesquisa só pode ser iniciada se todos os indivíduos participantes tiverem acesso aos objetivos da pesquisa, seus benefícios e possíveis riscos, mecanismos de proteção, endereço dos pesquisadores, e declararem (ou seus representantes legais) formalmente o aceite para a participação no estudo ou em terapias específicas. É uma decisão voluntária.



## 2. Legislação Brasileira de Biossegurança

A aprovação da Lei de Biossegurança (lei n. 11.105, de 24 de março de 2005) teve como motivação principal pôr fim aos impasses jurídicos sobre a liberação comercial dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), também conhecidos por transgênicos.

Apesar do amplo entendimento existente atualmente com a palavra biossegurança, como podemos constatar nos diversos artigos publicados, no contexto da Lei de Biossegurança vigente no Brasil ela só se aplica aos OGMs como previsto no:

**Art. 1º** – Esta lei estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OGMs e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

O legislador, com o objetivo de esclarecer os limites da lei e enfatizar que ela se limita a uma determinada e específica biotecnologia, previu as seguintes definições:

**Art. 3º** – Para os efeitos desta Lei se considera:

I – organismo: toda entidade biológica capaz de reproduzir ou transferir material genético, inclusive vírus e outras classes que venham a ser conhecidas;

II – ácido desoxirribonucleico – ADN, ácido ribonucleico – ARN: material genético que contém informações determinantes dos caracteres hereditários transmissíveis à descendência;

III – moléculas de ADN/ARN recombinante: as moléculas manipuladas fora das células vivas mediante a modificação de segmentos de ADN/ARN natural ou sintético e que possam multiplicar-se em uma célula viva, ou ainda as moléculas de ADN/ARN resultantes dessa multiplicação; consideram-se também os segmentos de ADN/ARN sintéticos equivalentes aos de ADN/ARN natural;

IV – engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante;

V – organismo geneticamente modificado – OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética;

VI – derivado de OGM: produto obtido de OGM e que não possua capacidade autônoma de replicação ou que não contenha forma viável de OGM.

A Lei de Biossegurança prevê que as demais biotecnologias que não envolvam a produção de OGMs e seus derivados, apesar de apresentarem trocas de genes e até a possibilidade de um certo grau de risco biológico, não são regulados por esse marco legal.

Existem alguns procedimentos básicos e necessários para a liberação comercial de um OGM: as condições básicas necessárias para que a instituição requerente solicite a autorização de uso comercial, a tramitação das solicitações na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), os critérios básicos para viabilizar a análise das solicitações, a tramitação de processos envolvendo a necessidade de estudos e de relatório de impacto ambiental, as condições para a existência de audiências públicas e a possibilidade de recursos administrativos por parte dos agentes interessados nas revisões das decisões tomadas pela CTNBio.

Toda instituição que utilizar técnicas e métodos de engenharia genética ou realizar pesquisas com OGM e seus derivados deverá criar uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio), além de indicar um técnico principal res-

ponsável para cada projeto específico. Os critérios a serem observados na constituição da CIBio e os mecanismos de funcionamento foram estabelecidos através da resolução normativa n. 1, de 20 de junho de 2006.

A CTNBio é constituída por 27 membros titulares e respectivos suplentes, assim distribuídos: 12 especialistas de notório saber científico e técnico, em efetivo exercício profissional (três de cada uma das áreas de saúde humana, animal, vegetal e ambiental), nove representantes de órgãos, sendo um de cada respectivo ministério (ministérios da Ciência e Tecnologia, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Saúde, do Meio Ambiente, do Desenvolvimento Agrário, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Defesa, da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca e das Relações Exteriores) e seis especialistas representantes de organizações da sociedade civil (nas áreas de Defesa do Consumidor, Saúde, Meio Ambiente, Biotecnologia, Agricultura Familiar e Saúde do Trabalhador).

Dentre as competências da CTNBio, encontra-se a de emitir resoluções, de natureza normativa, sobre as matérias de sua competência. Para pedidos de liberação comercial, a decisão favorável deverá ter o voto de no mínimo 14 dos membros da CTNBio. O Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) é um órgão de assessoramento superior do presidente da República, ao qual compete a formulação e a implementação da Política Nacional de Biossegurança, o estabelecimento de princípios e diretrizes para a ação administrativa dos órgãos e entidades federais relacionados à biossegurança, a análise de recursos interpostos pelos órgãos de registro e fiscalização a decisões de liberação comercial dos transgênicos e seus derivados efetuadas pela CTNBio, a análise dos aspectos de conveniência e oportunidade socioeconômicas e do interesse nacional nos processos de liberação comercial, quando submetidos ao conselho pela CTNBio, e sempre que entender necessário poderá avocar e decidir sobre qualquer processo de liberação comercial de OGM e derivado.

O CNBS decidirá sobre os recursos dos órgãos de registro e fiscalização relacionados à liberação comercial e encaminhados no prazo de trinta dias a partir da data de publicação da decisão da CTNBio. Depois de analisados os aspectos de biossegurança pela CTNBio, vencidos possíveis recursos e não havendo mais estudos adicionais que os órgãos de registro e fiscalização entendam necessários para atender às suas áreas de competência, ocorrerá o registro no órgão competente, podendo então ser utilizado comercialmente.

Quando a CTNBio entender que o transgênico é potencialmente ou efetivamente causador de degradação ambiental, bem como determinar a necessidade de licenciamento ambiental, o processo será encaminhado ao órgão competente do Ministério do Meio Ambiente.

Ao se apresentar o processo para liberação comercial, de acordo com a lei brasileira, pode-se perceber o grau de complexidade. O objetivo de criar uma lei capaz de agilizar a aprovação de OGM no país baseou-se fundamentalmente no fortalecimento dos poderes da CTNBio, em detrimento das competências dos órgãos de fiscalização e controle dos ministérios afins.

A inclusão de uma série de dispositivos burocráticos que garantem a possibilidade de recursos às decisões técnicas tomadas pela CTNBio pode fazer com que a lei de biossegurança, diferentemente das expectativas iniciais de simplificação e de agilização do processo de avaliação comercial, continue sendo a principal fonte de riscos e incertezas à comercialização dos transgênicos.

### **3. Contenção e infraestrutura laboratorial**

A contenção laboratorial tem como objetivo reduzir a exposição da equipe de profissionais que trabalha num laboratório, seja na bancada ou mesmo na limpeza, a riscos biológicos, químicos e físicos, como a radiação ionizante.

Para se definir a contenção necessária, é importante uma análise de risco da atividade a ser desenvolvida nesse local, ou seja, quais os agentes químicos,

biológicos e físicos que serão manipulados. É importante que o profissional conheça a composição e os riscos associados a cada material com o qual vai trabalhar, podendo, para tanto, consultar o protocolo do experimento a ser realizado, a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (ABNT/NBR 14725) e/ou o Manual de Biossegurança.

Segundo o Ministério da Saúde, a contenção pode ser classificada como primária – que visa a garantir a proteção do ambiente interno do laboratório – e secundária, que está relacionada à proteção do ambiente externo e é proporcionada pela combinação de infraestrutura laboratorial e práticas operacionais (SKARABA, et al., 2004; PESSOA e LAPA, 2003).

### **3.1. Barreiras primárias**

Os equipamentos de proteção são barreiras primárias que visam a proteger o profissional (individual) e o ambiente (coletivo). A Norma Regulamentadora n. 6, do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece que o empregador deve adquirir e fornecer ao trabalhador equipamentos de proteção individual (EPI), orientando e treinando sobre o uso adequado, guarda e conservação, realizando periodicamente a higienização e a manutenção, substituindo imediatamente sempre que danificado e extraviado.

Toda vez que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis e não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes no trabalho e/ou doenças profissionais, o equipamento de proteção individual deve ser utilizado pelo profissional como um método de contenção dos riscos. Historicamente, os trabalhadores da área da saúde – que atuam em hospitais, clínicas odontológicas, veterinárias e laboratórios – são considerados como categoria profissional de alto risco, pois estão frequentemente expostos aos riscos biológicos, principalmente quando manuseiam fluidos corpóreos e sangue (NISHIDE e BENATTI, 2004).

**Os equipamentos de proteção individual** são todos os dispositivos de uso individual destinados a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. A seguir, são enumerados os EPIs disponíveis na maioria dos laboratórios de pesquisa, clínico e ensino.



**Protetores faciais** – Oferecem uma proteção à face do trabalhador contra risco de impactos (partículas sólidas, quentes ou frias), de substâncias nocivas (poeiras, líquidos e vapores), como também das radiações (raios infravermelho e ultravioleta, etc.).

**Protetores oculares** – Servem para proteger os olhos contra impactos, respingos e aerossóis. É importante que sejam de qualidade comprovada, a fim de proporcionar ao usuário visão transparente, sem distorções e opacidade.



**Protetores respiratórios** – São utilizados para proteger o aparelho respiratório. Existem vários tipos de respiradores, que devem ser selecionados conforme o risco inerente à atividade a ser desenvolvida. Os respiradores com filtros mecânicos, por exemplo, destinam-se à proteção contra partículas suspensas no ar, os com filtros químicos protegem contra gases e vapores orgânicos. As máscaras, que podem ser semifaciais e de proteção total, são necessárias no caso de uso de gases irritantes como o cloreto de hidrogênio.

**Protetores auditivos** – Usados para prevenir a perda auditiva provocada por ruídos. Devem ser utilizados em situações em que os níveis de ruído sejam considerados prejudiciais ou nocivos em longa exposição.





**Luvas** – Previnem a contaminação das mãos do trabalhador ao manipular, por exemplo, material biológico potencialmente patogênico e produtos químicos. Além de reduzir a probabilidade de que os microrganismos presentes nas mãos dos trabalhadores possam ser transmitidos aos pacientes durante um atendimento médico-hospitalar.

**Jalecos** – São de uso obrigatório para todos que trabalham nos ambientes laboratoriais onde ocorra a manipulação de microrganismos patogênicos, manejo de animais, lavagem de material, esterilização, manipulação de produtos químicos. Devem ser de mangas compridas, cobrindo os braços, o dorso, as costas e a parte superior das pernas.



**Calçados de segurança** – São destinados à proteção dos pés contra umidade, respingos, derramamentos e impactos de objetos diversos, não sendo permitido o uso de tamancos, sandálias e chinelos em laboratórios.

**Equipamentos de proteção coletiva (EPC)** – Têm como função a proteção do ambiente e a manutenção da saúde, além da integridade dos ocupantes de uma determinada área. Podem ser de uso rotineiro, como as cabines de segurança biológica e capelas de exaustão química, ou para situações emergenciais, como os extintores de incêndio, chuveiro e lava-olhos, que devem estar instalados em locais de fácil acesso e bem sinalizados.



### Cabines de Segurança Biológica (CSB)

Em 1909 a W. K. Mulford Pharmaceutical CO, uma indústria farmacêutica americana, concebeu o primeiro modelo de cabine para proteger a saúde dos profissionais durante a preparação de tuberculina.

São equipamentos concebidos para manter uma área, denominada zona de trabalho, livre de partículas ou de prováveis contaminantes, tais como bactérias, que possam alterar o produto com o qual se trabalha, afetar a saúde do trabalhador e o ambiente. A proteção se efetiva mediante a combinação de elementos eletromecânicos/eletrônicos (motor, ventilador, filtro, dutos e iluminação) e processos físicos (fluxo laminar, diferença de pressão) que impulsionam o ar através de filtros especiais (Hepa) de grande superfície, que têm uma eficiência mínima de retenção de partícula de 99,99%, quando o tamanho das mesmas é de 0,3  $\mu\text{m}$  (micrômetros).

As cabines devem ser submetidas periodicamente à manutenção e a trocas dos filtros e o laboratório deve possuir relatório da manutenção mantido à disposição da fiscalização do trabalho.

### 3.2. Barreiras secundárias (infraestrutura laboratorial)

Uma instalação adequada é aquela que está de acordo com o funcionamento do laboratório e com o nível de biossegurança recomendado para os agentes manipulados no local, atuando também como uma barreira de contenção secundária. Para os laboratórios de Nível de Biossegurança 1 (NB-1) – onde são manipulados agentes biológicos da classe de risco 1 –, são recomendados os seguintes critérios para área física:



- Identificação do nível de Biossegurança e dos microrganismos (Figura 1).
- Separação do laboratório do acesso público.
- Laboratório com acesso controlado.
- Local para armazenar EPIs de uso exclusivo no laboratório.
- Paredes, tetos e pisos, impermeáveis e resistentes à desinfecção.
- Autoclave próxima ao laboratório, para maiores informações veja capítulo 2, página 87.

Figura 1- Sinalização

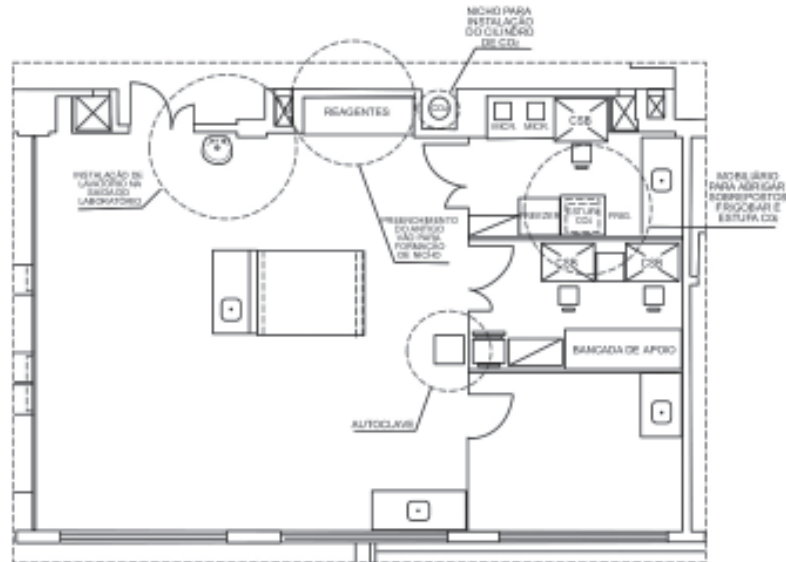


Nos laboratórios de Nível de Biossegurança 2 (NB-2), são manipulados microrganismos da classe de risco 2. Além dos critérios relacionados no risco 1, são recomendados também:

- Lavatório para as mãos próximo à entrada do laboratório.
- Torneira com acionamento sem uso das mãos.
- Sistema central de ventilação.
- Janelas vedadas.
- Antecâmara.
- Sistema de geração de emergência elétrica.
- Cabine de segurança biológica (OPS, 2009; CAMPOS, 2003).

Na figura 2, apresentamos um *layout* de um laboratório NB-2, onde consta no seu interior uma autoclave que será utilizada para inativar os resíduos gerados durante o experimento para posterior descarte. Constam também o lavatório para lavagem de mãos próximo à entrada e o cilindro de gás instalado na parte externa, abastecendo através de tubulação a estufa de CO<sub>2</sub> que fica dentro do laboratório.

Figura 2 – *Layout* de um laboratório NB-2



Os laboratórios de Nível de Biossegurança 3 (NB-3) são aqueles onde são manipulados microrganismos de alto risco individual e moderado risco para a comunidade. Já nos de Nível de Biossegurança 4 (NB-4) são manipulados agentes biológicos com alto risco individual e para a comunidade. Os critérios recomendados para o funcionamento desses laboratórios são bastante complexos e de elevado custo. Para mais esclarecimentos dos laboratórios citados, consulte a documentação do Ministério da Saúde (2006) sobre as diretrizes para o trabalho em contenção com agentes biológicos.

#### 4. Princípios gerais da qualidade em laboratórios

O mundo vive em permanente desenvolvimento e muitas são as atividades científicas que se apresentam repletas de incertezas. Nesse sentido, coerência e responsabilidade se fazem necessárias para se reconhecer e tratar com afinco essas questões (CARVALHO, 2008). A busca permanente da qua-

lidade total nas atividades científicas remete à necessidade de treinamento, aquisição e domínio de conhecimentos para a execução das atividades com vistas a assegurar a precisão, a validade, a qualidade dos resultados e a manutenção da integridade das pessoas, das instalações, das máquinas, dos instrumentos e dos equipamentos.

As Boas Práticas de Laboratório (BPL) são definidas pela *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) como um sistema da qualidade relativo ao processo organizacional e às condições sob as quais estudos não-clínicos, ou seja, estudos biomédicos não realizados em humanos, referentes à saúde e meio ambiente, são planejados, realizados, monitorados, registrados, arquivados e relatados (BRASIL, 2009; BRASIL, 2005; BRASIL, 2001).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os princípios das Boas Práticas de Laboratório são aplicáveis em estudos que dizem respeito ao uso seguro de produtos relacionados à saúde humana, vegetal e animal e ao meio ambiente.

Com o intuito de se garantir a aplicação dos princípios das BPL, um dos instrumentos utilizados nos laboratórios são os Procedimentos Operacionais Padrão (POP).

POP ⇒

É um documento que expressa o planejamento do trabalho com vistas a padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução das atividades e assim garantir aos usuários serviços ou produtos livres de variações indesejáveis, independentemente de quem as realize.  
Um procedimento operacional padrão tem como meta garantir que a qualidade dos exames seja a mesma em todas as etapas do processo em qualquer momento.

Cabe aqui uma referência a um tema que já há algum tempo vem sendo discutido e aplicado em alguns cursos de especialização e atualização na área da saúde, notadamente na Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Trata-se da aplicação das boas práticas nas atividades laboratoriais com foco diferenciado das BPL, ou seja, capacitar e ampliar conceitos de profissionais que atuam em laboratórios, no que tange às práticas laboratoriais, com vistas a assegurar: o entendimento dos procedimentos, a busca da precisão, da validade e da qualidade dos resultados e a manutenção da integridade das pessoas, das instalações, dos equipamentos e dos materiais.

### **Equipamentos, materiais e reagentes**

Equipamentos de laboratório requerem condições ambientais apropriadas para o devido funcionamento, além de locais para instalação livres de interferências (vibrações, correntes de ar, incidência de luz solar, umidade e calor) e, no tocante à instalação na rede elétrica, devem ser conectados a tomadas adequadamente aterradas (CARVALHO, 1999). No que concerne ao funcionamento, os equipamentos deverão ser operados por pessoal capacitado, além de serem atendidos todos os requisitos que preconizam o manual de operação original ou nos manuais traduzidos para a língua portuguesa, preferencialmente no POP destinado ao mesmo.

Os equipamentos que são responsáveis pelo controle das condições ambientais indispensáveis para o estudo e a geração de dados deverão ter configuração, capacidade e localização adequadas.

Determinados procedimentos são necessários para que os equipamentos funcionem a contento e os dados por eles fornecidos sejam capazes de expressar a realidade das amostras analisadas. Os equipamentos devem estar em condições de utilização e devem seguir um plano rigoroso de validação, quali-

ificação, calibração e manutenção. Assim sendo, um sistema que contemple limpeza, inspeção periódica, manutenção preventiva e calibração será relevante e necessário, o que implica, para tal, a utilização de um POP para cada tarefa. Cabe ainda manter no laboratório os registros escritos de operação, calibração, manutenção e demais dados considerados relevantes.

CALIBRAÇÃO ⇒

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro, 2000), é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões (INMETRO, 2000).







Ainda no que tange aos equipamentos científicos, há de se priorizar os processos de manutenção preventiva (tarefas de manutenção previamente planejadas e desempenhadas, objetivando manter as condições satisfatórias de operação) em detrimento da manutenção corretiva (tarefas de manutenção não-planejadas para restaurar as capacidades funcionais de equipamentos ou sistemas falhados). Os equipamentos, devidamente incluídos em sistemas preventivos de manutenção, certamente terão assegurado uma vida útil prolongada e redução nos custos de manutenção, tendo em vista que determinadas causas são de fácil detecção e podem ser tratadas por meio de manutenções preventivas (COUTO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2007).

Quanto aos materiais, esses devem ser de origem conhecida e ter assegurado a sua qualidade. Para tanto, é necessário que se estabeleçam procedimentos de controle de fornecedores, ou seja, que seja exigido dos mesmos a

apresentação de certificados de controle de qualidade. Quanto à exigência aos fornecedores, esses deverão apresentar materiais devidamente rotulados com as seguintes informações: origem, identidade, composição, data de produção, validade, condições de estocagem e informações de periculosidade (simbologias de risco e de prevenção).

Exemplos de simbologias de riscos

Os símbolos de segurança são, no Brasil, normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Servem para lembrar o risco do manuseio do produto, representando nos pictogramas os primeiros sintomas com o contato com a substância.

		
TÓXICO	CORROSIVO	OXIDANTE
		
EXPLOSIVO	INFLAMÁVEL	NOCIVO

Exemplos de simbologias de prevenção

		
SUJEITO A QUEDAS	CHOQUE ELÉTRICO	USO DE ÓCULOS
		
NÃO FUMAR	EXTINTOR	MANGUEIRAS

Quando se trata de armazenamento de materiais, algumas regras devem ser estabelecidas e seguidas a risco, de modo a manter a integridade dos mesmos. Para cada material, deverá ser reservado um local definido e identificado, bem como se estabelecer um sistema de identificação e codificação de cada produto. Há de se estabelecer também um fluxo de movimentação para os materiais de grande porte, pesados e que necessitam de cuidados especiais.

Produtos biológicos e os considerados perecíveis deverão ser organizados e armazenados em locais apropriados (limpo, sem umidade, protegido de insetos e animais) de modo a não ficar por muito tempo estocado, facilitando assim o seu envelhecimento e a sua deterioração.

Os demais produtos, considerados perigosos (gases explosivos e inflamáveis, substâncias explosivas, comburentes e radioativas), os produtos químicos e os solventes inflamáveis serão armazenados em local apropriado, devidamente demarcado, livre de interferência (ambiental e pessoal) e sinalizado.

A Norma Regulamentadora 26 do Ministério do Trabalho e Emprego tem como objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para a prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

Todo laboratório deve ser sinalizado de forma a facilitar a orientação dos usuários e advertir quanto aos potenciais riscos presentes no local. A utilização correta e o respeito à sinalização de segurança são entendidos como barreiras primárias das medidas de contenção. As cores não dispensam o emprego de outras formas de prevenção de acidentes e deverão ser acompanhadas dos sinais convencionais ou da identificação por palavras.

VERMELHA	Usada para distinguir e indicar equipamentos e aparelhos de proteção e combate a incêndio. Pode ser usada excepcionalmente também com sentido de advertência de perigo, como em botões interruptores de circuitos elétricos para paradas de emergência, etc.
AMARELA	Em canalizações, deve ser empregada para identificar gases não liquefeitos. Também pode ser empregada para indicar cuidado, assinalando, por exemplo, meios-fios, corrimãos, cavaletes, etc.
BRANCA	Empregada em passarelas e corredores de circulação, localização de bebedouros, coletores de resíduos, áreas destinadas à armazenagem, zonas de segurança, etc.
PRETA	Será empregada para indicar as canalizações de inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade, como óleo lubrificante, asfalto, óleo combustível, alcatrão, piche, etc. Poderá ser usada também em substituição ao branco ou combinado a este, quando condições especiais o exigirem.
AZUL	Utilizada para indicar “Cuidado!”, ficando o seu emprego limitado a avisos contra uso e movimentação de equipamentos, que deverão permanecer fora de serviços. Será usada também em canalizações de ar comprimido, colocado em ponto de arranque ou fontes de potência.



VERDE	Caracteriza “segurança”. Deverá ser empregada para indicar canalizações de água, localização de EPI, fontes lavadoras de olhos, dispositivos de segurança, mangueiras de oxigênio (soldas oxiacetilênica), etc.
LARANJA	Deverá ser empregada para identificar canalizações contendo ácidos, faces internas de caixas protetoras de dispositivos elétricos, face externa de polias e engrenagens, etc.
PÚRPURA	Deverá ser usada para indicar os perigos provenientes das radiações eletromagnéticas penetrantes de partículas nucleares, como, por exemplo, em porta e aberturas que dão acesso a locais onde se manipulam ou armazenam matérias radioativas ou materiais contaminados por radioatividade.
LILÁS	Empregada para indicar canalizações que contenham álcalis. As refinarias de petróleo podem utilizar esta cor para a identificação de lubrificantes.
CINZA	O cinza-claro indica canalizações em vácuo e o cinza-escuro é usado para identificar eletrodutos.
ALUMÍNIO	Utilizada em canalizações contendo gases liquefeitos, inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade (exemplo: óleo diesel, gasolina, querosene, óleo lubrificante, etc.).
MARROM	Pode ser adotada, a critério da empresa, para identificar qualquer fluido não identificável pelas demais cores.

A utilização de cores não dispensa o emprego de outras formas de prevenção de acidentes. O uso das cores deve ser feito de modo criterioso, a fim de não ocasionar distração, confusão e fadiga ao trabalhador.

O Ministério da Saúde recomenda que o símbolo de 'risco biológico' (Figura 3) seja colocado na entrada do laboratório, informando também o microrganismo manipulado, a classe de risco, o nome do pesquisador responsável, o endereço e o telefone de contato. Além disso, deve conter a frase: "Proibida a entrada de pessoas não autorizadas." Figura 3 – Risco Biológico

Figura 3  
Risco Biológico



Há de se considerar a possibilidade de incompatibilidades nos locais de armazenagem dos materiais. Nesse sentido, medidas de controle relativo às condições ambientais deverão ser estabelecidas. Materiais que sejam considerados relevantes nas atividades em geral serão analisados periodicamente para garantir a inexistência de contaminantes que possam comprometer a qualidade dos trabalhos.

## 5. Agentes de risco em laboratórios

O ambiente laboratorial tem sido considerado insalubre por agrupar atividades que requerem o uso de equipamentos, máquinas, reagentes e materiais diversos, além de viabilizar muitos procedimentos que oferecem riscos de acidentes e doenças para os usuários em geral. Desse modo, cabe a responsabilidade de se informar, treinar e até mesmo capacitar os sujeitos potencialmente expostos aos riscos, de modo a evitar problemas de saúde e prevenir acidentes.

Consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho, que, dependendo da sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar

danos à saúde dos trabalhadores (CARVALHO, 1999). No que concerne aos riscos ocupacionais, esses estão diretamente ligados às situações de trabalho que podem romper o equilíbrio físico, mental e social das pessoas, e não somente as situações que originem acidentes e enfermidades (NISHIDE e BENATTI, 2004).

Quando as medidas de proteção coletiva não são tecnicamente viáveis e não permitem a completa proteção ao usuário dos laboratórios contra os riscos de acidentes provenientes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho, o EPI será utilizado pelo usuário como forma de prevenção aos riscos inerentes ao ambiente (CARVALHO, 1999).

São considerados riscos ambientais aqueles causados por agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes que, presentes nos ambientes de trabalho, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador em função de sua natureza, concentração, intensidade ou tempo de exposição.

A NR-5 classifica os riscos ambientais em cinco grupos:

FÍSICOS	Ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações, etc.
QUÍMICOS	Poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores que podem ser absorvidos por via respiratória ou através da pele, etc.
BIOLÓGICOS	Bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.
ERGONÔMICOS	Trabalho físico pesado, movimentos repetitivos, jornada prolongada, postura incorreta, tensões emocionais, monotonia, exigência de uma maior atenção, responsabilidade e concentração, jornadas longas de trabalho, treinamento inadequado ou inexistente, conflitos, etc.

ACIDENTES	Arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, iluminação inadequada, eletricidade, animais peçonhentos, probabilidade de incêndio ou explosão, etc.
-----------	--

### 5.1. Agentes biológicos de risco

O risco por agente biológico é a 'probabilidade de um indivíduo se contaminar com um agente patogênico, como, por exemplo, bactérias, vírus, fungos e parasitas'.

Todos os profissionais que trabalham em laboratório com agentes ou materiais biológicos devem estar conscientes dos riscos inerentes a essa atividade e conhecer profundamente o agente e os procedimentos para minimizar o risco de contaminação. Além disso, as boas condutas de laboratório devem ser estritamente seguidas de modo a evitar que um procedimento realizado de maneira incorreta ou mesmo displicentemente coloque em risco a segurança do(s) profissional(is) e do ambiente (BRASIL, 2006; TEIXEIRA, 2000).

O manual de Biossegurança da Fiocruz (2005) descreve como regra básica para o trabalho em laboratório:

- Considerar todo material biológico como infeccioso;
- Trabalhar com atenção e sem tensão;
- Sinalizar o risco do agente na entrada do laboratório;
- Notificar os acidentes e imediato cuidado médico.

Além disso, todo pessoal de laboratório deve evitar trabalhar sozinho com material infeccioso; ser protegido por imunização quando disponível; manter o laboratório limpo e arrumado; usar roupas protetoras, tais como uniformes, aventais, jalecos e máscaras; usar luvas; não aplicar cosméticos; evitar uso de lentes de contato; lavar as mãos após a manipulação de materiais

contaminados; nunca pipetar com a boca; não fumar, não comer e não beber no laboratório; descontaminar a superfície de trabalho, etc.

Outra atividade que requer cuidados especiais é o cultivo de microrganismos. Lembre-se de que quando se cultiva um microrganismo visa-se a obter uma quantidade grande de células e, por isso, o trabalhador deve estar atento as suas condutas para evitar acidentes. O trabalhador deve abrir cuidadosamente os tubos e frascos, identificados claramente, que contêm o agente evitando agitá-los. Sempre se deve manipular os tubos, as pipetas e as seringas com as extremidades em direção oposta a si. Os sobrenadantes ou o conteúdo de pipetas devem ser desprezados sobre material absorvente embebido em desinfetante contido em um frasco de boca larga para evitar a produção de aerossóis.

Se a atividade laboratorial envolver a infecção de animais de laboratório, o trabalhador deve tomar os seguintes cuidados: inicialmente, considerar como potencialmente infectado todo animal, seja ele vertebrado ou invertebrado; equipamentos de proteção devem ser utilizados durante o procedimento de inoculação; seringas e agulhas utilizadas durante a inoculação devem ser descartadas em caixas coletoras apropriadas e autoclavadas ao final do procedimento; identificar as gaiolas dos animais com todas as informações relevantes (número de animais, linhagem, sexo, idade, peso, data da infecção, microrganismo inoculado, via e dose de inoculação e nome e telefone do pesquisador responsável); durante a limpeza da cama e das gaiolas dos animais, equipamentos de proteção individual devem ser utilizados para minimizar o risco de contaminação; autoclavar todos os materiais que tiveram contato com os animais infectados; notificar todo e qualquer acidente/incidente proveniente do manuseio dos animais ou das gaiolas.

### 5.1.1. Classificação de risco dos microrganismos

Os agentes biológicos são classificados de acordo com o risco que oferecem ao trabalhador e à coletividade. Assim, segundo o Ministério da Saúde (2006), os microrganismos são classificados quanto ao risco como:

- **Classe de risco 1**

Microrganismo que representa 'baixo risco individual e para a coletividade'. Inclui os agentes biológicos conhecidos por não causarem doenças em pessoas ou animais adultos saudáveis. Exemplo: *Bacillus subtilis*, e os agentes não incluídos nas classes de risco 2, 3 e 4 e que não demonstraram capacidade comprovada de causar doença no homem ou em animais saudáveis. Vale lembrar que a não classificação de agentes biológicos nas classes de risco 2, 3 e 4 não implica na sua inclusão automática na classe de risco 1. Para isso deverá ser conduzida uma avaliação de risco, baseada nas propriedades conhecidas e/ou potenciais desses agentes e de outros representantes do mesmo gênero ou família.

- **Classe de risco 2**

Microrganismo que representa 'moderado risco individual e limitado risco para a comunidade'. Inclui os agentes biológicos que provocam infecções no homem ou nos animais, cujo potencial de propagação na comunidade e de disseminação no meio ambiente é limitado, e para os quais existem medidas terapêuticas e profiláticas eficazes. Exemplo: *Schistosoma mansoni*.

- **Classe de risco 3**

Microrganismo que representa 'alto risco individual e moderado risco para a comunidade'. Inclui os agentes biológicos que possuem capacidade de transmissão por via respiratória e que causam patologias humanas ou animais, potencialmente letais, para as quais existem usualmente

medidas de tratamento e/ou prevenção. Representam risco se disseminados na comunidade e no meio ambiente, podendo se propagar de pessoa a pessoa. Exemplo: *Bacillus anthracis*.

- **Classe de risco 4**

Microrganismo que representa 'alto risco individual e para a comunidade'. Inclui os agentes biológicos com grande poder de transmissibilidade por via respiratória ou de transmissão desconhecida. Até o momento não há qualquer medida profilática ou terapêutica eficaz contra infecções ocasionadas por estes. Causam doenças humanas e animais de alta gravidade, com grande capacidade de disseminação na comunidade e no meio ambiente. Esta classe inclui principalmente os vírus. Exemplo: vírus ebola.

O Ministério da Saúde descreve ainda uma classe de risco adicional chamada de 'Classe de Risco Especial'. Ela reúne os microrganismos que representam 'alto risco de causar doença animal grave e de disseminação no meio ambiente'. Inclui agentes biológicos de doença animal não existentes no país e que, embora não sejam obrigatoriamente patógenos de importância para o homem, podem gerar graves perdas econômicas e/ou na produção de alimentos.

### **Como os microrganismos podem acidentalmente penetrar no hospedeiro?**

Segundo Sewell (1995), os profissionais de laboratório microbiológico estão submetidos a um grande risco de se contaminar durante as suas atividades. Isso se deve a fatores que incluem o modo de transmissão do agente, o desenvolvimento da infecção no hospedeiro, a via e a fonte de infecção e o ambiente laboratorial (ventilação, equipamentos e procedimentos).

As vias de penetração dos agentes biológicos podem ser:

- **Aérea** – Em geral, essa via está relacionada com a produção de aerossóis. Os aerossóis se formam dependendo da atividade realizada, como maceração de tecidos, centrifugação, pipetagem, sonicação, agitação de suspensões celulares, abertura de ampolas liofilizadas, flambagem de alça de platina etc. Uma vez formados, os aerossóis podem ficar em suspensão e propagar-se à distância contaminando vários profissionais pela inalação dos mesmos.
- **Oral** – A ingestão de microrganismos com maior frequência ocorre através de pipetagem com a boca, porém, outras formas de contaminação também são descritas, como levar à boca itens do laboratório (por exemplo, canetas e lápis) e consumir alimentos e bebidas no local de trabalho, fumar e falta de procedimentos higiênicos (lavagem de mãos). Outra forma de infecção refere-se às projeções de gotículas na boca.
- **Cutânea** – Acidentes com inoculação parenteral de material infeccioso correspondem a uma das principais causas de contaminação do profissional de laboratório. O microrganismo pode penetrar através da pele após ferimento com agulhas, lâminas de bisturi ou vidraria quebrada contaminadas. Outra forma de contaminação por essa via é a mordida ou o arranhão de animais e ainda picada de insetos.
- **Ocular** – A contaminação da conjuntiva pode ocorrer por deposição de gotículas de suspensões celulares ou mesmo por aerossóis de material infectante nos olhos.

### **5.1.2. Biossegurança no trabalho com os agentes biológicos**

#### **• Vírus**

Os vírus são transmitidos de um hospedeiro a outro de várias maneiras. Podemos destacar o contato direto através das vias respiratórias, pelo



contato sexual, por alimentos e água, pelo contato com sangue e seus derivados. O profissional de laboratório ou aquele que lida com pacientes está submetido a um significativo risco de contaminação por via respiratória. Assim sendo, esses profissionais devem ter pleno conhecimento dos riscos durante a manipulação dos espécimes clínicos e dos pacientes, levando em consideração as boas práticas de laboratório e as operações que envolvem a produção de aerossóis para prevenção das infecções por esses agentes.

- **Bactérias**

As bactérias podem ser transmitidas ao profissional de laboratório por diferentes processos. A produção de aerossóis e consequente inalação dessas pequenas partículas é, sem dúvida, a principal via de contaminação. No entanto, existem outras atividades que mal realizadas podem levar o profissional a adquirir uma infecção associada ao laboratório, como pipetagem, flambagem de alça bacteriológica, descarte de resíduos ou amostras clínicas etc. O uso de equipamentos de proteção e boas práticas de laboratório minimizam os riscos de infecção.

- **Fungos**

Os fungos produzem estruturas denominadas esporos que facilmente ficam em suspensão no ar. Dessa forma, aquele que trabalha em um laboratório manipulando fungos está submetido a um grande risco de se expor a uma infecção micótica. As principais vias de contaminação no laboratório, comprovadas por levantamentos realizados sobre infecções associadas ao laboratório, estão relacionadas à inalação de partículas fúngicas, carregadas por aerossóis formados durante procedimentos laboratoriais e por injúrias causadas por agulhas ou instrumentos perfurocortantes.

- **Parasitas**

Infecções adquiridas em laboratório por parasitas como *Ascaris* spp., *Strongyloides* spp., *Enterobius* spp., *Fasciola* spp., *Shistosoma* spp., *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum* não têm sido relatadas com frequência em laboratórios clínicos (SEWELL, 1995). Casos de giardíase e criptosporidíase são mais comuns em profissionais que manuseiam animais infectados. Não há registro de infecções associadas ao laboratório com cestódeos. Os parasitas mais comumente relacionados à contaminação durante atividade laboratorial são *Toxoplasma gondii*, *Plasmodium* spp., *Trypanosoma* spp. e *Leishmania* spp. De um modo geral, o risco de se infectar com esses agentes é a autoinoculação com seringas e agulhas contaminadas, contato de formas infectantes com lesões de pele ou mucosa ou, ainda, por mordedura de animais infectados. Não podemos descartar a contaminação por via oral de algumas formas infectantes presentes em material fecal.

### **Como inativar os agentes biológicos?**

Em se tratando de risco biológico, o procedimento adequado para inativar os resíduos e as ações a serem tomadas em caso de acidentes são extremamente relevantes. Durante o descarte e a retirada do material biológico da área laboratorial, o microorganismo deve ser inativado por agentes químicos ou físicos antes de expô-lo ao contato externo ao laboratório e desinfetar as superfícies de trabalho antes e após qualquer procedimento.

Agentes químicos para inativar os agentes biológicos (Fiocruz, 2005)

Álcool a 70% ⇒ Parasitas, bactérias e retrovírus.

Formol a 4% ⇒ Parasitas, bactérias, fungos e vírus.

Cloro ativo a 1% ⇒ Parasitas, bactérias, fungos e vírus.

Agentes físicos para inativar os agentes biológicos (Fiocruz, 2005)

Calor úmido  
Autoclavação por  
30min. a 120°C ⇒ Parasitas, bactérias, fungos, vírus, inclusive as formas vegetativas e esporuladas de bactérias e fungos.

Incineração ⇒ Destruição de carcaças de animais e resíduos previamente autoclavados.

## 5.2. Agentes químicos de risco

No que concerne aos reagentes químicos, há de se estabelecer critérios rigorosos para a armazenagem, movimentação, uso nas atividades e resíduos gerados oriundos dos trabalhos. Também será relevante que os fornecedores disponibilizem todas as informações sobre a segurança para o produto químico adquirido. Normalmente, os produtores/fornecedores disponibilizam as Fichas de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) e essas deverão, obrigatoriamente, estar em local acessível a todos os trabalhadores nos seus locais de trabalho. Além disso, é de extrema importância que seja incentivada a leitura dessas fichas por todos os que transportam, armazenam, manuseiam os produtos e recolhem os resíduos químicos.

As FISPQ contêm informações diversas sobre um determinado produto químico (substâncias ou misturas) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente e ações em situação de emergência. Em alguns países, essa ficha é chamada de *Material Safety Data Sheet (MSDS)*.

Ainda com relação aos produtos químicos, estes podem exercer impacto negativo sobre a saúde dos homens e dos animais e afetar sobremaneira o meio ambiente quando as medidas preventivas não são adotadas. Os produtos químicos, devido às suas características, podem afetar os trabalhadores de formas variadas, desde leves processos alérgicos até o câncer (COSTA e FELLI, 2005).

A diversidade de atividades no ambiente de trabalho promove diversos efeitos sobre a saúde do trabalhador, que, na maioria das vezes, não conhece as características dos produtos químicos no que tange ao grau de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, explosividade e demais riscos de periculosidade (CARVALHO, 2006).

Quanto às características dos produtos, esses podem ser: carcinogênicos (causam câncer); corrosivos (desgastam ou modificam); irritantes (produzem irritações); tóxicos (causam envenenamento e/ou morte); teratogênicos (causam deformações); mutagênicos (causam mutações); alergênicos (causam reações alérgicas); ionizantes (causam câncer e outras doenças); explosivos (causam explosões); e espontaneamente combustíveis (causam incêndios e explosões).

Outros fatores poderão contribuir para afetar a qualidade dos resultados dos trabalhos, além de atuarem como prováveis geradores de acidentes, quando estão presentes envolvendo produtos químicos: As condições elétricas, eletrônicas e mecânicas dos equipamentos (ausência de manutenção preventiva e manutenção corretiva deficiente); os hábitos do operador no que concerne à desatenção e à negligência frente às atividades potencialmente de risco; a não observância de normas; o excesso de material sobre a bancada de trabalho; a ausência de cabines de segurança química; a desordem nos laboratórios (ausência de organização); e a ausência de políticas de administração de resíduos.

Com o intuito de minimizar ao máximo e até mesmo eliminar a possibilidade de acidentes graves nos laboratórios que trabalham com produtos químicos e demais materiais combustíveis, comburentes, inflamáveis e explosivos, cabem algumas recomendações quanto às ações preventivas para controle de incêndios em áreas críticas de trabalho.

A ausência de cuidados no que concerne à prevenção de incêndios poderá gerar situações extremamente graves. Pequenos focos de fogo requerem a ação imediata de pessoal capacitado, de modo a intervir adotando todas as medidas apropriadas e para controlar a situação. Assim sendo, todos os equipamentos de combate a incêndios deverão estar disponíveis para o combate ao fogo nos seus primeiros momentos.

O fogo já acompanha o homem desde os tempos remotos e proporciona inúmeros benefícios. Acontece que o fogo, quando foge do controle do homem, se transforma em um incêndio e provoca estragos não só para as pessoas, mas também para os animais, as instalações prediais e o meio ambiente.

O fogo também é entendido como o produto de uma reação química denominada combustão, que produz luz e calor ou somente calor e, para que ocorra, necessita de quatro elementos básicos: calor, combustível, oxigênio e reação em cadeia. Esses quatro elementos reunidos formarão uma figura geométrica conhecida por tetraedro. Assim, para o entendimento do que é um incêndio, é preciso conhecer o tetraedro do fogo (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Representação do tetraedro do fogo

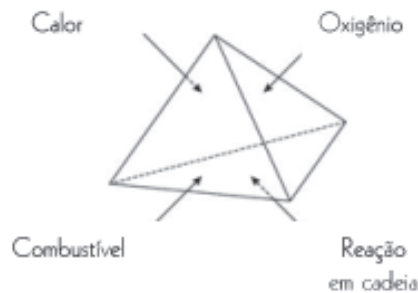
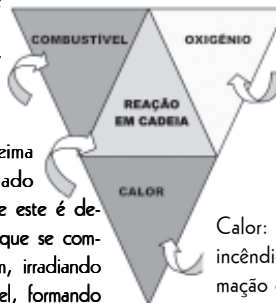


Figura 5 – Representação do tetraedro do fogo expandido

**Combustível:** é o elemento que serve de propagação do fogo. Tem a propriedade de queimar e pode ser sólido, líquido ou gasoso.

**Reação em cadeia:** torna a queima autossustentável. O calor irradiado das chamas atinge o combustível e este é decomposto em partículas menores, que se combinam com o oxigênio e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo constante.








**Oxigênio:** também é chamado de comburente. Em proporções adequadas (+ de 15%), combina com o material combustível, dando início ao fogo. O oxigênio está presente no ar que nos envolve.

**Calor:** elemento que serve para dar início a um incêndio. O calor pode ser obtido pela transformação das energias mecânica, química e elétrica. O calor mantém e aumenta a propagação.

### Classe de incêndio

Os materiais combustíveis têm características diferentes e, portanto, queimam de modos diferentes. Conforme o tipo de material, existem quatro classes de incêndios, a saber:

CLASSES DE INCÊNDIO				
Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe K
				
Assim é identificado o fogo em materiais sólidos que deixam resíduos, como madeira, papel, tecido e borracha.	Quando a queima acontece em líquidos inflamáveis, graxas e gases combustíveis.	Classe de incêndio em equipamentos elétricos energizados. A extinção deve ser feita por agente extintor que não conduza eletricidade.	Classe de incêndio, que tem como combustível os metais pirofóricos, como magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio, urânio e zircônio.	Classificação do fogo em óleo vegetal e gorduras de origem animal, em cozinhas.

Fonte: < [www.casaolivetti.com.br/classes.html](http://www.casaolivetti.com.br/classes.html) > .

## Características de agentes extintores de incêndios

AGENTE	CLASSE DE INCÊNDIO	VANTAGENS
<b>Água</b> (em jato ou pulverizada)	A	Deve ser usada sempre que não haja contraindicações (de preferência, deve ser pulverizada). Tem bom poder de penetração.
<b>Neve carbônica</b> (extintor com dióxido de carbono sob pressão que solidifica quando se expande bruscamente)	BC	Não deixa resíduo, o que a torna mais adequada para equipamento sensível. A mais indicada para líquidos extremamente inflamáveis
<b>Espuma física</b> (produzida a partir de uma mistura de água e substâncias tensoativas por injeção mecânica de ar)	AB	Muito boa para líquidos extremamente inflamáveis. Pode ser utilizada em situações de incêndio iminente com ação preventiva. A cobertura de espuma evita reignições.
<b>Espuma química</b> (extintor em que ocorre uma reação que liberta o gás dióxido de carbono que fica disperso em um líquido formando espuma)	AB	Muito boa para líquidos extremamente inflamáveis. A cobertura de espuma evita reignições.
<b>Pó normal</b> (extintor em que o pó é bicarbonato de sódio ou de potássio)	BC	Forma uma nuvem de poeira que protege o operador.



<b>Pó polivalente</b> (extintor em que o pó é dihidrogenofosfato de amônio)	A B C	Forma uma nuvem de poeira que protege o operador. Atende a três classes de fogos.
<b>Pó especial</b> (extintor em que o pó é grafite ou cloreto de sódio ou pó de talco etc.)	D	Único extintor adequado para incêndios da classe D. Qualquer outro tipo de extintor provoca reações violentas.
<b>Areia</b>	AD	Por vezes, é o único meio de extinção disponível para incêndios da classe D.
<b>Solução especial</b> (extintor em que o acetato de potássio se encontra diluído em água)	K	Ao se considerar a segurança do pessoal que trabalha em cozinhas e restaurantes, o extintor classe K é o mais fácil de ser utilizado. Atua por formação de neblina e o fogo é extinto por resfriamento e pelo efeito asfíxiante da espuma.

Procedimentos quanto às medidas preventivas serão de responsabilidade de todos os funcionários, de frequentadores dos laboratórios (pessoal de manutenção, estudantes e estagiários) e daqueles que são usuários das instalações prediais. No que tange às medidas preventivas, algumas são descritas a seguir:

- Não jogue resíduos de produtos químicos no cesto de lixo comum do laboratório. A possível incompatibilidade dos resíduos com outros materiais existentes no cesto (papel, pano, barbante, plástico, etc.) será uma condição favorável para o início do fogo.

- Não jogue palitos de fósforos, utilizados para o acendimento de bicos de gás (Bunsen), diretamente no lixo. Antes de lançar no cesto, molhe o mesmo para se certificar de que não oferece perigo.
- Não acenda chamas (fósforos, isqueiros, velas, etc.), a não ser que seja necessário e com o conhecimento e consentimento do professor ou do monitor da aula.
- No caso de falta de energia elétrica no laboratório, jamais utilize velas, fósforos e isqueiros para iluminar o ambiente. Dê preferência às lâmpadas de emergência ou lanternas de pilhas.
- Evite ao máximo o acúmulo de lixo em locais não apropriados.
- Os materiais de limpeza deverão ser acondicionados em recipientes próprios, devidamente identificados e em locais apropriados.
- Mantenha desobstruídas as áreas de escape e não deixe, mesmo que provisoriamente, materiais nas escadas e nos corredores.
- Mantenha todos os equipamentos elétricos desligados após a utilização, desconectando-os das tomadas.
- Não conecte ou desconecte equipamentos com as mãos molhadas.
- Não cubra fios elétricos com livros, cadernos, jalecos e outros materiais que possam servir de combustível em caso de superaquecimento. No caso da corrente elétrica estar acima da capacidade da fiação, ocorrerá o superaquecimento dos fios.
- Ao utilizar materiais inflamáveis, dê preferência às quantidades mínimas, armazenando os frascos na posição vertical, em local apropriado (longe de fontes de calor) e na embalagem original.
- Observe sempre as normas de segurança ao manipular gases, inflamáveis e explosivos. Não utilize chamas ou aparelhos superaquecidos próximos a esses tipos de materiais.

- Não improvise instalações elétricas, nem efetue consertos em tomadas, interruptores e equipamentos sem que esteja familiarizado com isso.
- Não sobrecarregue as instalações elétricas com a utilização do plugue tipo T (benjamins). Tomada quente é sinônimo de desperdício e indicação de perigo (possibilidade de fogo).
- Não permita o uso de extensões, principalmente se essas forem empregadas para ligar diversos equipamentos. Os equipamentos deverão ter a sua tomada (macho) conectada à tomada (fêmea) adequada e devidamente aterrada.
- Não permita que os fios e cabos sejam emendados. Elimine a possibilidade de utilizar fios e cabos descascados e estragados.

Todas as atividades em que o uso da eletricidade é necessário requerem cuidados extremos, principalmente daqueles que estão se iniciando na vida científica. A observância das normas de segurança é fundamental, de modo a não se permitir que uma pessoa receba uma descarga elétrica, a qual muitas das vezes poderá ser fatal. De tempos em tempos, faça uma revisão nos fios dos aparelhos elétricos e na instalação elétrica do seu ambiente de trabalho, devidamente assessorado por um profissional capacitado. No caso de um equipamento do laboratório apresentar qualquer defeito, não pense duas vezes para providenciar o conserto.

### Referências bibliográficas

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Critérios para a habilitação de laboratórios segundo os princípios das boas práticas de laboratório (BPL). Brasília, 2001.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos – NBR 7500. Disponível em <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: abr. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia*. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciências, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciências e Tecnologia. *Diretrizes Gerais para o Trabalho em Contenção com Agentes Biológicos*. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília, 2006.
- CAMPOS, A. *Cabines de segurança biológica*. In: VALLE, S.; TELLES, J. L. *Bioética e Biorrisco*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- CARVALHO, P. R. *O Olhar Docente sobre a Biossegurança no Ensino de Ciências: um estudo em escolas da rede pública do Rio de Janeiro*, 2008. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz.
- CARVALHO, P. R. Segurança química em laboratórios e unidades de saúde. In: MARTINS, E. V. et al. (Orgs). *Biossegurança: informação e conceitos*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006.
- CARVALHO, P. R. *Boas Práticas Químicas em Biossegurança*. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.
- CHRISTOFARI, V. E.. *Introdução ao Estudo do Direito*. 4. ed. Canoas: Ulbra, 1998.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. *Biossegurança de A a Z*. 2. Edição. Rio de Janeiro: Publit, 2009.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. *Entendendo a Biossegurança: epistemologia e competências para área de saúde*. Rio de Janeiro: Publit, 2006.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. *Segurança e Saúde no Trabalho: cidadania, competitividade e produtividade*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- COSTA, T. F.; FELLI, V. E. A. Exposição dos trabalhadores de enfermagem às cargas químicas em um hospital público universitário da cidade de São Paulo. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 13, n. 4, jul.-ago. 2005.
- FIOCRUZ. *Procedimentos para manipulação de microrganismos patogênicos e/ou recombinantes na Fiocruz*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.
- GOLDIM, J. R. *Conceitos Fundamentais: da moral à bioética*. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/bioetica/concei.ppt>>. Acesso em: jan. 2009.
- INMETRO. *Vocabulário Internacional de Metrologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: CNI/Senai, 2000.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Classificação de risco dos agentes biológicos*. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- NISHIDE, V. M.; BENATTI, M. C. C. Riscos ocupacionais entre trabalhadores de enfermagem de uma unidade de terapia de terapia intensiva. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 38, n. 4, p. 406-414, 2004.

- OPS/PMS. *Cabinas de Seguridad Biológica: uso, desinfección y mantenimiento*. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/reblas/cabinas\\_seguridad.pdf](http://www.anvisa.gov.br/reblas/cabinas_seguridad.pdf)>. Acesso em: jan. 2009.
- PESSOA, C.; LAPA, R. Bioinstalações. In: VALLE, S.; TELLES, J. L. *Bioética e Biorrisco*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- SCHRAMM, F. R. *Bioética e Biossegurança*. Mimeo, 2006. Disponível em: <[www.antigona.org.br](http://www.antigona.org.br)>. Acesso em: fev. 2009.
- SEWELL, D. L. Laboratory-associated infections and biosafety. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 8, n. 3, p. 389-405, 1995.
- SILVA, L. R.; PELAEZ, V.; VALLE, S. Implementação da Lei de Biossegurança no Brasil. In: COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. (Orgs.). *Biossegurança de OGMs: uma visão integrada*. Rio de Janeiro: Publit, 2009.
- SKARABA, I.; NICKEL, R.; WOTKOSKI, S. R. Barreiras de contenção: EPIs e EPCs. In: MASTROENI, M. F. *Biossegurança: aplicada a laboratórios e serviços de saúde*. São Paulo: Atheneu, 2004.
- TEIXEIRA, P. *Riscos biológicos em laboratórios biomédicos*. Curso de Biossegurança online, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 2000.
- VALLE, S. A Lei de Biossegurança no Brasil. In: COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. (Orgs.). *Biossegurança Geral*. Rio de Janeiro: Publit, 2009.
- VALLE, S.; BARREIRA, Y. (Orgs.). *Biossegurança-Engenharia Genética: legislação brasileira*. Rio de Janeiro: Publit, 2007.
- VALLE, S.; TELLES, J. L. *Bioética Biorrisco: abordagem transdisciplinar*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- VÁSQUEZ, A. S. *Ética*. 18. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1998.

## Questões para reflexão

1. O ato de jogar na pia de um laboratório resíduos de substâncias químicas ou materiais biológicos pode ser considerado uma ação antiética? Por quê?

2. Em um laboratório micológico de análises clínicas, trabalhavam um farmacêutico-bioquímico com grau de doutor (responsável pelo laboratório) e dois técnicos de nível médio e um auxiliar de serviços técnicos. O laboratório realizava diagnóstico clínico micológico de material (sangue, escarro, unha, raspado de pele, cabelo, etc.) suspeito de conter fungos patogênicos para o homem. O espaço físico era pequeno, com muitos equipamentos antigos sem manutenção preventiva. O responsável pelo laboratório solicitou ao técnico que providenciasse o exame ao microscópio e a semeadura do escarro, que havia chegado de um paciente com suspeita de paracoccidiodomicose, na tentativa de visualização e isolamento do fungo *Paracoccidioides brasiliensis*. O trabalho de rotina no laboratório era realizado em uma cabine de fluxo laminar horizontal, que havia sido herdada do setor de preparo de meios de cultura e testes de esterilidade. Porém, quando a cabine estava ocupada, o trabalho era feito em bancada na frente de um bico de Bunsen. O técnico então preparou lâminas e meio de cultura para a semeadura. Durante o trabalho, o técnico, utilizando a cabine como um equipamento de proteção, usava luvas, máscaras cirúrgicas e jalecos de mangas curtas.

Durante o manuseio do material, o técnico acidentalmente se feriu com a alça de platina contendo material clínico suspeito (fungo). Imediatamente comunicou o fato ao responsável do laboratório, que o orientou a buscar atendimento médico.

Fazendo uma análise crítica da situação exposta acima:

2.1 – Descreva as principais causas relacionadas ao acidente descrito no laboratório.

2.2 – Cite os erros cometidos por cada profissional do laboratório que poderiam estar relacionados direta ou indiretamente ao acidente.

2.3 – Faça uma análise crítica do ocorrido levando em consideração a estrutura do laboratório, a classe de risco do microrganismo envolvido e os equipamentos de proteção utilizados.

3 – Quais são as exigências para que um laboratório esteja em conformidade com as normas, regras e princípios preconizados pelas boas práticas de laboratório, no que tange à instalação de balanças analíticas e demais equipamentos de precisão, com vistas à obtenção de resultados confiáveis?