



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÍCARO BASTOS PINHO ANGELO

TÓPICOS EM BIOSSEGURANÇA: ORGANIZAÇÃO LABORATORIAL, PROTEÇÃO  
INDIVIDUAL E COLETIVA

FORTALEZA

2016

ÍCARO BASTOS PINHO ANGELO

TÓPICOS EM BIOSSEGURANÇA: ORGANIZAÇÃO LABORATORIAL, PROTEÇÃO  
INDIVIDUAL E COLETIVA

Monografia submetida a Coordenação do Curso de Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração:  
Biossegurança

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Miranda  
Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- A593t Angelo, Ícaro Bastos Pinho.  
Tópicos em biossegurança: organização laboratorial, proteção individual e coletivo. / Ícaro Bastos Pinho Angelo. – 2016.  
68 f. : il., color.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Profa. Dra. Claudia Miranda Martins.  
Coorientação: Profa. Dra. Cristina Paiva da Silveira Carvalho.
1. Biossegurança. 2. Acidentes de trabalho. 3. Biologia. I. Título.

ÍCARO BASTOS PINHO ANGELO

TÓPICOS EM BIOSSEGURANÇA: ORGANIZAÇÃO LABORATORIAL, PROTEÇÃO  
INDIVIDUAL E COLETIVA

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Ciências Biológicas, da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel  
em Ciências Biológicas. Área de concentração: Biossegurança

Aprovada em 19 / 02 / 2016 .

BANCA EXAMINADORA

---

Dr<sup>a</sup>. Claudia Miranda Martins (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Dr<sup>a</sup>. Cristina Paiva da Silveira Carvalho  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Ms. Marcelo de Sousa Pinheiro  
Universidade Federal do Ceará-UFC

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Miranda Martins pela ajuda e principalmente pela paciência durante o trabalho.

Agradeço a Deus pela oportunidade de viver nesse mundo e por poder escrever a minha história.

Agradeço aos meus pais pela educação, apoio, carinho e amor incondicional que sempre recebo. Eles são a minha fortaleza com quem sempre posso contar.

Agradeço a todos os meus amigos por fazerem parte do meu crescimento pessoal e pelos bons momentos compartilhados.

Agradeço aos meus amigos Yury e Filipe pela amizade de longa data e por estarem comigo em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins. Vocês são amigos leais que sei que levarei por toda a vida.

Agradeço ao meu amigo e líder Flávio por ser uma pessoa realmente extraordinária que ama cuidar de pessoas. Admiro-te irmão!

Agradeço ao meu amigo e mentor Rondinelli Palhares por ter me mostrado que não importa o quão grande pode parecer nossos obstáculos. O que realmente importa é como nos vemos em relação a eles, somos maiores que todos eles. Muito obrigado por compartilhar seu conhecimento e investir seu tempo ajudando aqueles que buscam prosperar.

## **RESUMO**

Biossegurança é uma ciência nova e multidisciplinar. No Brasil, ela é tratada com duas abordagens, uma legal e uma prática. A abordagem legal trata de temas relacionados à engenharia genética e à pesquisa com células-tronco embrionárias. A abordagem prática se preocupa em reduzir riscos de acidentes gerados por agentes químicos, físicos, biológicos e ergonômicos presentes no ambiente de trabalho os quais podem causar agravos à saúde pessoal, coletiva e ambiental. Na perspectiva de redução de riscos no ambiente de trabalho, a educação em biossegurança, treinamento, organização e aplicação de práticas seguras nas atividades laboratoriais são indispensáveis. Pensando nisso, esse trabalho teve como objetivo a elaboração de um pequeno guia que reúne informações sobre equipamentos de proteção para a segurança pessoal, coletiva e instruções para manter laboratórios sempre organizados e, assim, reduzir riscos de acidente. A elaboração do guia baseou-se em levantamento bibliográfico a partir de artigos, monografias, teses e livros acerca do tema biossegurança e legislação relacionada. Pode-se concluir que esse trabalho reúne informações úteis de proteção individual, coletiva e de organização do espaço do trabalho as quais se incorporadas no ambiente de trabalho, contribuirão para redução de riscos.

Palavras-chave: Risco; Acidentes; Proteção; Organização.

## **ABSTRACT**

Biosafety is a new multidisciplinary science. In Brazil, it is addressed in two approaches, a legal one and a practical one. The legal approach addresses topics related to genetic engineering and embryonic stem cells research. The practical approach is concerned in reducing accident risks posed by chemicals, physical, biological and ergonomic factors present in the workplace which may cause harm to personal, collective and environmental health. Regarding risk reduction in the workplace, education on biosafety, training, organization and implementation of safe practices in the laboratory activities are indispensable. Thinking about this, the present work aimed the preparation of a short guide that gathers information about protective equipment for personal safety and collective as well as instructions to keep laboratories always organized, thus reducing the risk of accident. The development of the guide was based on literature review from articles, monographs, theses and books on the topic biosafety and related legislation. It can be concluded that this work brings together useful information from individual protection, collective and organization of the work space which is incorporated in the workplace, contribute to reducing risks.

**Keywords:** Risk; Accidents; Protection; Organization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de risco.....	29
Figura 2 - Pictogramas de proibição, perigo, material de combate a incêndios, segurança em situações de emergência, obrigação.....	33
Figura 3 - Pictogramas e classe de risco do GHS.....	35
Figura 4 - Diagrama de Hommel.....	36
Figura 5 - Etiqueta padrão para soluções.....	41
Figura 6- POPs instituídos em laboratório para uso de balança e de potenciômetro.....	42
Figura 7 - Cabine de segurança biológica II.....	50
Figura 8 - Extintores de CO <sub>2</sub> , Pó químico do tipos “BC” e Hidrante.....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cores usadas para identificação de tubulações.....	31
Quadro 2 - Instruções dos pictogramas associando cor e forma.....	32
Quadro 3 – Filtro para proteção respiratória.....	44
Quadro 4 - Tipos de luvas e resistência química.....	46
Quadro 5 - Sistemas de filtração das CSB e suas características.....	48
Quadro 6- Agentes extintores e as classes de incêndios os quais extinguem.....	54

## **LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS**

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância em Saúde
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
BPL	Boas práticas de Laboratório
CBS	Cabine de segurança biológica
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CIPA	Comissões Internas de Prevenção de Acidentes
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FISPQ	Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NB	Níveis de Biossegurança
NRs	Normas Regulamentadoras
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
ONU	Organização das Nações Unidas
POP	Procedimento Operacional Padrão
GHS	Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Biossegurança.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Legislação trabalhista.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Riscos e perigos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Tipos de riscos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Classes de risco biológico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Níveis de biossegurança (NB).....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>Acidentes ocupacionais e prevenção.....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>GUIA PARA USO EM LABORATÓRIO.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Gerenciamento individual de riscos.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>Organização em laboratórios de pesquisa.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Mapas de riscos.....</i></b>	<b>29</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Sinalização de segurança.....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b><i>Cores utilizadas na sinalização de segurança.....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.2.2.2</b>	<b><i>Pictogramas utilizados na sinalização de segurança.....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.2.2.3</b>	<b><i>Pictogramas de risco presente nos rótulos de produtos químicos.....</i></b>	<b>34</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Organização de FISPQ's.....</i></b>	<b>37</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Armazenamento de produtos químicos.....</i></b>	<b>38</b>
<b>4.2.5</b>	<b><i>Etiqueta padrão para soluções.....</i></b>	<b>40</b>
<b>4.2.6</b>	<b><i>Elaboração de POP's.....</i></b>	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>Equipamentos de proteção.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Equipamentos de proteção individual (EPIs).....</i></b>	<b>42</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Protetores para a cabeça.....</i></b>	<b>43</b>
<b>4.3.2.1</b>	<b><i>Óculos de proteção.....</i></b>	<b>43</b>
<b>4.3.2.2</b>	<b><i>Protetores respiratórios.....</i></b>	<b>43</b>
<b>4.3.3.</b>	<b><i>Proteção para o tronco.....</i></b>	<b>44</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Proteção de membros superiores.....</i></b>	<b>44</b>
<b>4.3.5</b>	<b><i>Proteção dos membros inferiores.....</i></b>	<b>46</b>

<b>4.4</b>	<b>Equipamentos de proteção coletiva (EPCs).....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.1</b>	<i>Capela de segurança de uso de uso geral.....</i>	<b>47</b>
<b>4.4.2</b>	<i>Cabine de segurança “walk in”.....</i>	<b>47</b>
<b>4.4.3</b>	<i>Cabine de segurança biológica (CBS).....</i>	<b>48</b>
<b>4.4.4</b>	<i>Chuveiro de emergência e lava – olhos.....</i>	<b>51</b>
<b>4.4.5</b>	<i>Equipamentos de proteção contra incêndios.....</i>	<b>51</b>
<b>4.4.5.1</b>	<i>Combate ao fogo.....</i>	<b>51</b>
<b>4.4.5.2</b>	<i>Classificação de Incêndios.....</i>	<b>52</b>
<b>4.4.5.3</b>	<i>Processos de Extinção do Incêndio.....</i>	<b>53</b>
<b>4.4.5.4</b>	<i>Extintores.....</i>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXO A – EMPREGO DE CORES NA PRODUÇÃO DE SINAIS DE SEGURANÇA.....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO B – INCOMPATIBILIDADE DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO C – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA ESTERILIZAÇÃO COM AUTOCLAVE.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na literatura existem diversos conceitos para biossegurança, Brasil (2010, p.11), por exemplo, conceitua biossegurança “[...] como sendo a condição de segurança alcançada por um conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam comprometer a saúde humana, animal, vegetal e o meio ambiente”.

A biossegurança, no Brasil, apresenta duas abordagens: uma legal e uma prática. A primeira abordagem, a legal, está relacionada à pesquisa com células-tronco embrionárias, aos processos de manipulação de DNA, comercialização de organismos geneticamente modificados (OGMs) e suas consequências na sociedade e no meio ambiente. Ela está amparadas pela Lei de Biossegurança Nº 11.105 de 2005. A segunda abordagem, a prática, refere-se aos agravos gerados pelos agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais em ambientes ocupacionais do campo da saúde e laboratorial em geral (COSTA, 2005; COSTA; COSTA, 2006). Portanto, a legislação relacionada à biossegurança ainda está em desenvolvimento, pois se restringe a Lei de Biossegurança e deixa uma lacuna em relação à proteção ao trabalhador (CARDOSO *et al.*, 2005).

Dessa forma, é possível perceber que a biossegurança não se restringe apenas às áreas de saúde-biologia, biomedicina, fisioterapia, fonoaudiologia, medicina, medicina veterinária, nutrição, odontologia, psicologia, serviço social e terapia ocupacional-com propósito de reduzir os riscos ocupacionais, mas também está relacionada a diversos ciclos produtivos associados a segmentos da economia, como as novas tecnologias químicas, radioativas, engenharia genética, áreas biotecnológicas e agropecuárias (PEREIRA *et al.*, 2009).

Ao que diz respeito à abordagem prática, as normas de biossegurança ou simplesmente boas práticas de laboratório (BPL), englobam todas as medidas que visam reduzir riscos físicos, ergonômicos, químicos, biológicos e psicológicos, nos ambientes hospitalares e de pesquisa, onde todos esses tipos de risco ocupacionais podem ser encontrados (CAVALCANTE; MONTEIRO; BARBIERI, 2003). As BPL, portanto, são técnicas, normas e procedimentos de trabalho que visam reduzir e controlar a exposição dos trabalhadores aos riscos inerentes às suas atividades. A aplicação dessas normas é imprescindível à segurança do profissional, do produto manipulado e do ambiente de trabalho e deve fazer parte da rotina de trabalho (MASTROENI, 2006).

Qualquer profissional em atividade, inclusive os que trabalham em laboratório, está sujeito a acidentes. Assim, medidas devem ser empregadas para prevení-los e evitá-los, garantindo, desta forma, a execução apropriada das tarefas a serem realizadas.

Em geral, os acidentes de trabalho mais comuns não são letais e nem acontecem de repente, ao contrário, vão se instalando lentamente, sem que ninguém perceba. O trabalhador vai se expondo diariamente a situações nocivas, intoxicando-se ou desenvolvendo alguma doença, lesão ou dano, sofrendo assim, problemas que em situações normais não ocorreriam (MASTROENI; MULLER, 2004).

Segundo Mastroeni (2008), a melhor proteção contra acidentes que se pode oferecer ao trabalhador é a informação e treinamento, pois de nada importa o uso de equipamentos de proteção se eles forem utilizados de forma inadequada. Se um profissional tem uma boa educação e consciência da importância dos aspectos de biossegurança, ele vai entrar na vida profissional mais seguro para desenvolver suas atividades, seja em qualquer estabelecimento, laboratório, universidade ou empresa.

A segurança no trabalho é essencial em todas as situações e locais. Cada laboratório deve designar um responsável por ela, com conhecimento e nível hierárquico que lhe permita implementar uma política de segurança, a qual deve estar documentada em manual, de fácil acesso e entendimento, em todas as seções do laboratório, e que nenhum funcionário deve ser autorizado a manusear material potencialmente perigoso antes de receber um treinamento completo de acordo com os requisitos de segurança (LEWIS *et al.*, 2006).

Em laboratórios de pesquisa, que são espaços diversificados, pode-se encontrar uma grande quantidade de equipamentos, reagentes, soluções, resíduos, micro-organismos, pessoas, papéis e amostras. Em um ambiente como tal, com vários focos de risco a organização é imprescindível para evitar acidentes (COSTA, 2000). Essa ideia é corroborada pelas publicações de Hirata e Mancini Filho (2002, 2012), pois elas enfatizam a importância de se trabalhar de maneira planejada e organizada com o objetivo de reduzir a exposição, a agentes de risco à saúde e, dessa forma, evitar acidentes; pois em ambientes laboratoriais, podem ser encontrados diversos tipos de riscos, classificados de acordo com sua gravidade.

Dessa forma, para se trabalhar de forma organizada, planejada e reduzir os riscos de acidentes, é necessário que os profissionais e estudantes tenham conhecimento sobre normas de biossegurança, proteção individual, coletiva e de organização do espaço de trabalho.

## **1.1 Objetivo**

Esse trabalho, portanto, tem como objetivo produzir um breve guia para segurança em laboratórios, com enfoque em equipamentos de proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletiva (EPC) e organização do espaço laboratorial. O trabalho, além de conter informações sobre equipamentos de proteção, apresenta informações para ajudar os usuários de laboratório a implementarem ações voltadas à organização e à segurança no espaço de trabalho, abordando a elaboração de mapas de risco, sinalização de riscos, utilização de fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ's), organização de reagentes, rotulagem de soluções e a elaboração de procedimento operacionais padrões (POP's).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Biossegurança

A etimologia da palavra biossegurança provem do radical grego “bio”, a qual significa vida, e da palavra “segurança”. A junção deles expressa a ideia de segurança da vida (COSTA, 2005). Dessa forma, se pensa em biossegurança como um campo do conhecimento amplo que agrega saberes de outras disciplinas de forma multidisciplinar e interdisciplinar, sem limites definidos e em processo de construção (COSTA; COSTA, 2002).

A biossegurança é o conjunto de ações voltadas para a prevenção, redução ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, visando à saúde do homem, dos animais, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados (TEIXEIRA; VALLE, 1996, 2010).

Na área da saúde, Guimarães (2001) define que biossegurança não se trata somente da transmissão de doenças infecciosas em consultórios, mas também de todo processo preventivo, como preocupação com inalação de gases anestésicos, medicamentosos, injúrias produzidas por produtos químicos e físicos, incêndios, descartes do lixo, contaminação da água, doenças profissionais de qualquer natureza, ergonomia, radiologia, bioética, legislação, bioterrorismo.

Mastroeni (2006) referencia Biossegurança ou Segurança Biológica, à aplicação do conhecimento, técnicas e equipamentos, com o propósito de prevenir a exposição do trabalhador, laboratórios, ambiente e agentes potencialmente infecciosos ou biorriscos.

O termo biossegurança foi criado na década 1970, após o surgimento da engenharia genética. Conhecer um pouco do contexto histórico da época nos permite perceber a importância com que a sociedade e o meio acadêmico trataram essa nova área do conhecimento.

No início da década de 1970, surgiram movimentos de consciência ambiental em proporções mundiais. A sociedade passou a dar mais atenção a problemas como poluição, áreas naturais, crescimento populacional, consumo de alimento e energia. O aumento da atenção pública para esse tema promoveu discussões na comunidade científica (ODUM, 2012).

Durante esse mesmo período, a descoberta da tecnologia do DNA recombinante, a qual trouxe possibilidades no desenvolvimento de novos produtos, manipulando e alterando o DNA de plantas e organismos iniciou uma grande discussão acerca dos impactos da

engenharia genética na sociedade e os riscos à segurança dos profissionais envolvidos na atividade. Tal discussão foi iniciada na Conferência de Asilomar na Califórnia, e nela, surgiu o termo biossegurança (MELLO, 2012).

O campo de conhecimento da biossegurança passou a ser pauta de discussão desde a Conferência de Asilomar ao se discutir geração, controle, destruição da vida nos processos de engenharia genética e, em especial, a tecnologia do DNA recombinante (NAVARRO, 2003). O campo de conhecimento o qual a biossegurança engloba é constituída por um conjunto de outros saberes com caráter interdisciplinar, o qual pode ser utilizado por diversas áreas do conhecimento, como a Ciência e Tecnologia, Engenharia, Administração, Biomedicina, Saúde Pública, Educação (COSTA, 2005; COSTA; COSTA, 2002, 2003).

Apesar de existir vários conceitos de biossegurança, o proposto por Costa e Costa (2004) e complementado por Neves *et al.* (2006) traz ao conceito de biossegurança a abrangência e interdisciplinaridade que o tema exige. Eles propõem que a biossegurança seja definida de forma mais ampla, ou seja, em termos epistemológicos: como módulo, processo e conduta.

Como módulo, pois não possui identidade própria, por ser compreendida como uma ciência que abrange uma diversidade de conhecimentos. Eles oferecem a biossegurança uma diversidade de opções pedagógicas que a torna atrativa.

Como processo, pois é uma ação educativa, como tal pode ser representada por um sistema de ensino-aprendizagem. Nesse sentido pode ser entendida como processo aquisição de conteúdos e habilidades com o objetivo de prevenção da saúde do homem e do ambiente.

Como conduta, quando relacionada ao somatório de conhecimentos, hábitos, comportamentos e sentimentos que devem ser incorporados ao homem para que desenvolva, de forma segura, sua atividade profissional.

Com este enfoque interdisciplinar, a biossegurança começa a ser aplicada em ambientes ocupacionais antes gerenciados pela engenharia de segurança, medicina do trabalho, saúde do trabalhador e até mesmo da infecção hospitalar.

No cenário brasileiro, a biossegurança é tratada com duas abordagens: uma legal e outra prática, as quais possuem grande importância, principalmente no campo da educação profissional em saúde, pois têm interfaces ideológicas, sociais, políticas e econômicas que perpassam a biossegurança. A abordagem legal trata das questões envolvendo a manipulação de DNA, comercialização de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e pesquisas com células-tronco embrionárias, amparada pela lei N° 11.105, chamada de Lei de

Biossegurança, sancionada em 24 de março de 2005. Já a abordagem prática, possui o propósito de reduzir os riscos à saúde de profissionais que desenvolvem suas atividades em instituições de saúde, pesquisa e ensino, onde os riscos ocupacionais gerados por agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais estão constantemente presentes nesses ambientes. A abordagem prática é amparada pelas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Resoluções da Agência Nacional de Vigilância em Saúde (ANVISA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), entre outras (COSTA, 2005; COSTA; COSTA, 2006).

Dessa forma, a legislação relacionada à biossegurança ainda está em desenvolvimento, pois se restringe a Lei de Biossegurança N° 11.105 de 2005 e deixa uma lacuna em relação à proteção ao trabalhador (CARDOSO *et al.*, 2005).

Felizmente, no que diz respeito à abordagem prática da biossegurança, seu conceito tem sido cada vez mais difundido e valorizado entre os profissionais que estão expostos diariamente a riscos ocupacionais e principalmente entre aqueles que manipulam agentes químicos, físicos, biológicos, microbiológicos e genéticos. O conceito de biossegurança, portanto, não se limita as ações de prevenção de riscos derivados de sua atividade específica, mas também de seus colegas, dos técnicos e de outras pessoas envolvidas direta ou indiretamente desta atividade. Além disso, todo o meio ambiente e a comunidade onde se localiza a instituição devem ser considerados como espaços importantes a serem preservados e protegidos de ameaças e riscos (ODA; ÁVILA, 1998).

## **2.2 Legislação trabalhista**

Em 22 de dezembro de 1977, foi aprovada a Lei N° 6.514 que modifica o Capítulo V da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). Em 08 de junho de 1978, esta lei foi regulamentada pela Portaria N° 3.214 de 8 de junho de 1978, que aprovou as Normas Regulamentadoras (NRs), instrumentos que regulam e fornecem parâmetros e instruções sobre Saúde e segurança do trabalho (COSTA; COSTA, 2010b).

<sup>b</sup>

As NRs são elaboradas por comissão tripartite, incluindo governo, empregados e empregadores, e publicadas pelo MTE (COSTA; COSTA, 2010b). As NRs abrangem as seguintes temáticas:

NR 01 - Disposições Gerais

NR 02 - Inspeção Prévia

- NR 03 - Embargo ou Interdição
- NR 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
- NR 05 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- NR 07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- NR 08 - Edificações
- NR 09 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos
- NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão
- NR 14 - Fornos
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas
- NR 17 - Ergonomia
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- NR 19 - Explosivos
  
- NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis
  
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
- NR 23 - Proteção Contra Incêndios
- NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
- NR 25 - Resíduos Industriais
- NR 26 - Sinalização de Segurança
- NR 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB  
(Revogada)
- NR 28 - Fiscalização e Penalidades
- NR 29 - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
- NR 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
- NR 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
- NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde

NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados

NR 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval

NR 35 - Trabalho em Altura

NR 36 - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados.

### **2.3 Riscos e perigos**

Na literatura, existem muitos conceitos sobre risco e perigo, algumas vezes utilizados como sinônimos de maneira errônea.

Na publicação de Cicco e Fantazzini (1985), risco é uma ou mais condições de uma variável, com o potencial necessário para causar danos às pessoas, equipamentos ou estruturas, perda de materiais em processo ou redução de capacidade de desempenho de uma função pré-determinada. Sempre que há um risco, existe a possibilidade de efeitos adversos. Perigo, por sua vez, expressa uma exposição relativa a um risco, que favorece a materialização do dano.

Segundo Raymond e Reuven (1988), risco é a probabilidade de um evento e a consequência por ser expressa como uma perda financeira, impacto de saúde (fatalidade ou doença), ou impacto ambiental (prejuízo ou destruição). Para estes autores, perigo é diferente de risco. Perigo é definido como um início, onde o risco é a probabilidade e os níveis de perda. Deste modo, o perigo existe como uma causa e risco é conversão desta.

Os mesmos autores propuseram uma relação entre risco e perigo:

Risco = Perigo/ Proteção

Quando se aplicam diferentes níveis de proteção, pode-se reduzir o risco associado com o perigo. Esta relação explica porque o risco nunca pode ser zero.

Em uma definição mais sintética e abrangente, Baybutt (2003) define perigo como situação ou propriedade intrínseca de um agente com potencial de causar dano ou problema. Risco foi definido por Singley (2004) como a probabilidade ou chance de um evento, acidente, acontecer.

Em laboratório de ensino, pesquisa e de saúde, estão presentes pessoas, equipamentos, reagentes, soluções, amostras e resíduos das atividades. Nessa situação, os profissionais, estudantes e pessoas em trânsito, por esse ambiente, podem estar expostos a riscos, sejam eles: biológicos, químicos, físicos, ergonômicos e de acidentes, podendo gerar danos aos animais e ao meio ambiente (BRASIL, 2006).

Dessa forma, cada profissional ou estudante é responsável por sua própria segurança, a partir do momento que é informado dos riscos e dos procedimentos seguros para exercer suas atividades no laboratório. Deste modo, ele divide a responsabilidade de segurança com as outras pessoas que trabalham no mesmo ambiente. É também de sua responsabilidade informar ao chefe do laboratório sobre os acidentes e incidentes ocorridos e sobre as condições de trabalho que ele acredita serem perigosas para si e para os outros (ODA; ÁVILA, 1998).

## 2.4 Tipos de riscos

A classificação dos riscos nos ambientes de trabalho é definida a partir da Portaria 3.214/78 do MTE em suas NRs de Medicina e Segurança do Trabalho. São cinco os principais riscos existentes na NR-9: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Os dois últimos foram acrescentados à NR-9, atualizada pela Portaria N° 25 de 29/12/1994 (BRASIL, 1995).

Os conceitos para cada tipo de risco foram baseados nas publicações de Hirata e Mancini Filho (2002, 2012) e Mastroeni (2006).

**Riscos físicos:** formas de energia as quais os trabalhadores podem estar expostos. Alguns desses agentes são ruídos, vibrações, pressões anormais, radiações ionizantes e não ionizantes, ultrassom e infrassom, material radioativo (NR-09 e NR-15). A caracterização dos riscos físicos é feita através de avaliações ambientais quantitativas.

**Riscos químicos:** substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo por via respiratória, cutânea e oral. Os agentes que penetram o organismo por via respiratória são, por exemplo, poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores. (NR-09 e NR-15). Podem ser citados contaminantes do ar, substâncias tóxicas, explosivas, irritantes e nocivas, oxidantes, corrosivas, voláteis e inflamáveis. Os riscos químicos são caracterizados através de avaliações ambientais qualitativas e quantitativas.

**Riscos biológicos:** bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros (NR-09). Os agentes de riscos biológicos apresentam um risco real ou potencial para o homem e para o meio ambiente. Os riscos biológicos ocorrem por meio de micro-organismos que, em contato com o homem, podem provocar inúmeras doenças. Muitas atividades profissionais favorecem o contato com tais riscos. É o caso das indústrias de alimentação, hospitais, limpeza pública (coleta de lixo), laboratórios, etc. Os riscos biológicos são caracterizados através de avaliação ambiental qualitativa.

**Riscos ergonômicos:** são os elementos físicos e organizacionais que interferem no conforto da atividade laboral e, conseqüentemente, nas características psicológicas do trabalhador (NR-17). Os principais riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores podem estar expostos são:

- a) posto de trabalho inadequado (mobiliário, equipamentos e dispositivos);
- b) acesso inadequado (caminhos obstruídos, corredores estreitos, etc.);
- c) iluminação e ventilação inadequadas;
- d) existência de esforços repetitivos;
- e) problemas relativos ao trabalho em turno;
- f) assédio moral;
- g) problemas relacionados com a organização do trabalho.

**Riscos de Acidentes:** condições com potencial de causar danos aos trabalhadores nas mais diversas formas, levando-se em consideração o não cumprimento das normas técnicas previstas. Os principais riscos de acidentes, além dos físicos, químicos e biológicos, são os com vidrarias, arranjos físicos, eletricidade, máquinas e equipamentos, incêndio/explosão, armazenamento, ferramentas, etc.

Para chamar a atenção das pessoas que frequentam ou trabalham nos estabelecimentos de saúde e pesquisa, é importante que haja uma sistemática de identificação dos riscos existentes em cada setor ou unidade do estabelecimento.

Portanto, de acordo com a necessidade e a gravidade dos riscos existentes, é necessária a adoção de procedimentos preventivos, tais como a disponibilização de material informativo e de divulgação como cartazes, folhetos, adesivos, treinamentos e entre outras que permitam adotar cuidados preventivos frente ao risco presente. Assim, símbolos identificadores de substâncias, cores diferenciadas, etiquetas adequadas, figuras ilustrativas, textos alusivos, que indiquem os riscos e as atitudes adequadas a tomar, devem fazer parte do ambiente do estabelecimento.

## **2.5 Classes de risco biológico**

Agentes biológicos e laboratórios são classificados em níveis de biossegurança de acordo com os critérios de avaliação dos riscos biológicos. Eles se baseiam, principalmente, na análise das características: virulência, modo de transmissão, resistência, concentração, volume, dose infectante e da origem dos agentes biológicos. Também são considerados critérios de avaliação de riscos a disponibilidade de medidas profiláticas, a eficácia do

tratamento, caso os indivíduos sejam expostos aos riscos, procedimentos técnicos realizados e fatores inerentes aos indivíduos que atuam nos laboratórios (BRASIL, 2006). Conforme o grau de patogenicidade, os agentes biológicos são classificados em:

**Classe de risco 1:** Refere-se aos micro-organismos não suscetíveis de causar enfermidades no homem e em animais. Considerado de baixo risco individual e para a comunidade. Exemplos: *Lactobacillus sp.* e *Bacillus subtilis*.

**Classe de risco 2:** Nesta, incluem-se os micro-organismos capazes de provocar enfermidades no homem e em animais. Podem constituir risco para os trabalhadores da saúde, caso não seja manipulado de acordo com as boas práticas laboratoriais (BPL) nem seguidas as normas de biossegurança. Sua propagação na comunidade, entre os seres vivos e o meio ambiente, é de baixo risco. Geralmente, existem medidas profiláticas e/ou tratamento para os micro-organismos desta classe. O risco individual é considerado moderado e o risco à comunidade, limitado. Exemplos: *Staphylococcus aureus*, *Leishmania braziliensis*, hepatites A, B, C, D e E.

**Classe de risco 3:** Nesta classe, estão os micro-organismos capazes de provocar enfermidades graves no homem e em animais. Constituem sério risco aos trabalhadores da saúde. Neste caso, existe tratamento e profilaxia. O risco individual é elevado, mas limitado para a comunidade. Exemplos: *Mycobacterium tuberculosis*, Hantavírus e a AIDS.

**Classe de risco 4:** Constituem micro-organismos que produzem enfermidades graves no homem e em animais, e apresenta grande risco de transmissão para a comunidade. Não há profilaxia nem tratamento eficazes. O risco individual e para a comunidade é elevado. Exemplos: vírus Sabiá, vírus Ebola, *Mycoplasma agalactiae*.

## 2.6 Níveis de biossegurança (NB)

Brasil (2010) classifica os NBs como:

**NB-1:** é adequado ao trabalho o qual envolva agentes bem caracterizados e conhecidos por não causarem doença em seres humanos e que apresentem mínimo risco aos profissionais do laboratório e ao meio ambiente. Não é necessário que o laboratório esteja separado das demais dependências do edifício. De forma geral, o trabalho é realizado, em bancada, com adoção das BPL. Equipamentos específicos de proteção ou características especiais de construção não são geralmente usados ou exigidos. Os profissionais deverão ser treinados para realização dos procedimentos específicos do

laboratório. Além disso, eles devem ser supervisionados por um pesquisador experientes com treinamento em microbiologia e ciências relacionadas.

**NB-2:** apresenta semelhança ao nível de biossegurança 1. Ele é adequado ao trabalho o qual envolva agentes de risco baixo e moderado para as pessoas e o meio ambiente. Difere-se do NB-1 nos seguintes aspectos: os profissionais de laboratório necessitam ser treinados de forma específica para manipulação de agentes patogênicos e precisam ser supervisionados por cientistas competentes; durante os processos operacionais o acesso ao laboratório deve ser limitado; muitas precauções têm de ser tomadas em relação a objetos cortantes infectados; e procedimentos que possam gerar aerossóis e borrifos infecciosos devem ser realizados em cabines de segurança biológica ou em outros equipamentos de contenção física.

**NB-3:** aplica-se a laboratórios de pesquisa, ensino e clínicos, ou de produção, onde o trabalho com agentes exóticos possa causar doenças graves ou potencialmente fatais como resultado da exposição ao agente biológico por via respiratória. Os profissionais de laboratório devem possuir treinamento específico no manejo de agentes patogênicos e potencialmente letais e devendo ser supervisionados por pesquisadores competentes que possuam muita experiência com os agentes com que se trabalham. Devem ser utilizadas cabines de segurança biológica ou outro dispositivo de contenção física em todos os procedimentos que envolva a manipulação de materiais infecciosos. Além disso, os profissionais devem fazer uso de equipamentos de proteção individual.

**NB-4:** indica-se para o trabalho envolvendo agentes perigosos e exóticos os quais exponham o indivíduo a alto risco de infecções, podendo ser fatais. Além disso, eles apresentam potencial elevado de transmissão por aerossóis. Deverão ser manipulados neste nível agentes caracterizados como de Nível de Biosegurança 4 e os agentes que se suspeitam ou que tenham potencial para ser incluídos nesse nível até que se obtenham informações suficientes para manter o trabalho neste nível de biossegurança ou para encaminhá-lo a um nível inferior. A equipe do laboratório precisa passar por um treinamento específico e completo orientado para a manipulação de agentes infecciosos extremamente perigosos e para o entendimento do funcionamento das formas de contenção primária e secundária, das práticas padrões específicas, do equipamento de contenção e das características do planejamento do laboratório. Os trabalhadores deverão ser supervisionados por pesquisadores competentes, treinados e com muita experiência no manuseio destes agentes. O acesso ao laboratório deverá ser rigorosamente restrito. A instalação do laboratório deverá ser em um

edifício separado ou em uma área controlada dentro do edifício, que necessita ser totalmente isolada de todas as outras. As instalações devem produzir ou adotar um manual de operações específico.

## 2.7 Acidentes ocupacionais e prevenção

Segundo Cordeiro (2002), acidentes ocupacionais são definidos como danos gerados durante a realização de atividades no espaço de trabalho, causando alteração funcional e/ou lesão corporais ao trabalhador. O dano sofrido, geralmente, resulta na interrupção do trabalho, podendo ser traumático para vítima e seus colegas, os quais estão frequentemente sujeitos aos mesmos riscos. Já para Mastroeni (2006, p. 231) “Acidente pode ser definido como um acontecimento infeliz, casual ou não, de que resultam danos, ferimentos, estragos, prejuízos, avarias, ruína etc. Exceto os de origem natural, [...] todo acidente pode ser prevenido”.

Embora a maioria dos acidentes não sejam letais, os profissionais de laboratórios se expõem diariamente a situações nocivas as quais, com a frequência do contato, podem gerar agravos a sua saúde em longo prazo (MASTROENI; MULLER, 2004). Suas causas são variáveis e a não observância das normas de segurança ao realizar atividades no espaço de trabalho é uma dos principais motivos para suas ocorrências.

Muitas vezes, os acidentes podem ser consequência do excesso de confiança adquirida pelos profissionais com tempo de serviço, levando-os a negligenciarem a BPL. Mesmo profissionais bem treinados não estão isentos à exposição de agentes de risco, portanto, o uso de EPI e EPCs são imprescindíveis (BRAND; FONTANA, 2014; TIPLLE *et al*, 2013). Além da negligência, a fadiga, a desatenção e o excesso de trabalho, uso inadequado de equipamentos de proteção também são apontados na literatura como causas da ocorrência de acidentes em laboratórios de saúde (MARQUES, 2010; SANTOS, 2012).

Na literatura, não é muito comum encontrar registros de acidentes em laboratórios de pesquisa. No entanto, o número de registros de acidentes em laboratórios de saúde é alto. Uma das principais causas de acidentes entre profissionais da saúde, por exemplo, envolvem materiais perfurocortantes e o risco biológico atrelado a eles (BRAND; FONTANA, 2014; NORONHA *et al*, 2012; TIPLLE *et al*, 2013).

Ao que diz respeito à prevenção de acidentes, Mastroeni (2008, p.5):

A falta de uma cultura prevencionista tem sido o principal obstáculo para as pessoas agirem com precaução em suas atividades de trabalho. A maior proteção que

qualquer instituição pode oferecer a um trabalhador são a informação e o treinamento. A educação em biossegurança deve ser iniciada nas escolas, principalmente no ensino médio. Criando-se uma cultura de prevenção na base do conhecimento, a mesma será repassada com facilidade às próximas gerações. Vale a pena investir em prevenção visto que, mesmo quando o acidente não causa dano físico permanente, o dano psicológico permanece.

Assim como o autor acima, Noronha (2012) e Santos (2012) abordam a importância da educação em biossegurança como medida preventiva de acidentes. O profissional ao adquirir conhecimento e consciência dos riscos o qual ele, os colegas e o ambiente estariam submetidos, assumiriam uma postura diferente seguindo as normas de segurança adequada ao procedimento executado nos locais de trabalho. Segundo Vilarinho (2014) o conhecimento em biossegurança em relação a transmissão de patógenos por perfurocortantes e a adesão a equipamentos de proteção e a estratégias de biossegurança são imprescindíveis para evitar acidentes.

A publicação de Cordeiro (2002) corrobora a ideia da importância da educação em biossegurança para prevenção de acidentes ao sugerir, nos resultados de seu estudo, que a percepção de riscos ocupacionais por profissionais que sofreram acidentes é menor do que a percepção de riscos dos profissionais que não sofreram acidentes. Dessa forma, a educação seria crucial para aumentar a percepção de riscos dos profissionais, logo reduziria os riscos associados ao trabalho.

Costa e Costa (2010a, 2013) mostram a necessidade de inclusão de disciplina biossegurança no ensino médio, pelo menos no ensino médio profissional na área de saúde, o qual seria de grande importância para articular o mundo escolar e o mundo profissional formando profissionais mais conscientes, qualificados a cerca do tema biossegurança e não deixando a responsabilidade de ensino e treinamento apenas para as instituições que absorvem esses profissionais.

Em relação à educação de biossegurança no nível superior nas universidades brasileiras, Costa (2013) afirma que os cursos da área da saúde como medicina, odontologia, enfermagem, biologia, farmácia e veterinária, apesar de esforços de algumas universidades, ainda apresentam um grande hiato entre a magnitude do problema e a formação e capacitação de profissionais com compreensão adequada sobre a Biossegurança.

O profissional inexperiente que trabalha em laboratório, além de ter conhecimento geral sobre biossegurança, deveria receber treinamento por profissionais mais experientes que ao transmitir o ensinamento sobre técnicas utilizadas, também ressaltassem os riscos

associados à mesma. O novo profissional deve ser motivado a buscar informações em manuais de biossegurança os quais são de fundamental importância para esse propósito e para o esclarecimento de dúvidas. Entre os diversos materiais disponíveis na literatura sobre Biossegurança destacam-se as publicações de Hirata e Mancini Filho (2002, 2012) e Mastroeni (2006).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O método adotado baseou-se em levantamento bibliográfico a partir de artigos, monografias, teses e livros acerca do tema biossegurança e legislação relacionada.

Com as informações obtidas elaborou-se um breve guia para segurança em laboratórios, com enfoque em equipamentos de proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletiva (EPC) e organização laboratorial. A abordagem privilegiou o conteúdo que pudesse ajudar os usuários de laboratório didáticos e de pesquisa da universidade a implementar ações voltadas a organização e a segurança, abordando a elaboração de mapas de risco, sinalização de riscos, utilização de fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ's), a organização de reagentes, rotulagem de produtos químicos e a elaboração de procedimento operacionais padrões (POP's).

## 4 GUIA PARA USO EM LABORATÓRIO

O guia foi dividido nas seguintes partes: gerenciamento individual de risco, organização em laboratórios de pesquisa e equipamentos de proteção.

O tema gerenciamento de risco individual esclarece a diferença entre perigo, risco além de conscientizar o trabalhador a adotar condutas de menor risco. No tema organização em laboratórios de pesquisa foram propostas várias iniciativas a serem implementadas pelos trabalhadores com o intuito de tornar o laboratório mais organizado e, dessa forma, possa reduzir os riscos no ambiente de trabalho. O tema equipamentos de proteção reúne informações acerca de EPIs e EPCs o qual esclarece quais situações cada equipamento de proteção deve ser utilizado.

### 4.1 Gerenciamento individual de riscos

Em todo laboratório clínico, didático e de pesquisa, existem fontes de risco de diversas naturezas as quais profissionais envolvidos direto e indiretamente como, professores, estudantes, técnicos de laboratório, profissionais da área de saúde estão expostos. Conhecer os riscos e os perigos envolvidos nas atividades desses profissionais é essencial para evitar acidentes. Dessa forma é necessário entender como os termos perigo, risco e acidente se relacionam.

Baybutt (2003) define perigo como situação ou propriedade intrínseca de um agente com potencial de causar dano ou problema. Risco foi definido por Singley (2004) como a probabilidade ou chance de um evento ou acidente acontecer. O mesmo autor também enfatiza que, em todo procedimento ou experimento, existe um perigo e um risco associados a este, portanto, é necessário avaliar os riscos nos procedimentos ou experimentos a serem realizados.

Singley (2004) correlaciona os termos perigo, risco e acidente em uma fórmula simples:

$$\text{Perigo} + \text{Risco} = \text{Acidente}$$

Essas variáveis se relacionam da seguinte forma:

- a) as variáveis “perigo” e “risco” influenciam diretamente na probabilidade de gerar acidente. Qualquer alteração nas duas primeiras variáveis, altera a probabilidade de acidente;

b) perigo está relacionado com a propriedade intrínseca, portanto, não mutável, de um equipamento, reagente, solução ou qualquer outro material com potencial de causar alguma injúria às pessoas envolvidas direta ou indiretamente com ele. Portanto, para se reduzir o perigo, só existem duas possibilidades:

- utilizar um procedimento, reagente ou equipamento com menor potencial de perigo associado;

- não realizar o procedimento ou não usar o reagente;

c) risco está presente em todo procedimento ou experimento realizado. No entanto, é a decisão do profissional ao empregar procedimentos corretos e mais seguros ou procedimentos não seguros que fará a diferença, aumentando ou diminuindo os riscos, e, por consequência, a probabilidade de acidentes.

A substituição de um material ou equipamento, por outro, ou mesmo a não realização do procedimento, para se reduzir o perigo, muitas vezes não é viável. Outro material ou equipamentos ainda apresentarão algum perigo associado, mesmo que menor. Dessa forma, quando o perigo associado não pode ser alterado, é necessário avaliar os riscos associados ao procedimento ou experimento e escolher aquele que apresente o menor risco associado. Essa prática de escolher o procedimento que apresenta o menor risco associado é chamada de gerenciamento de risco e todos que trabalham em laboratório devem buscar ser um gerenciador de risco em suas atividades (SINGLEY, 2004).

É importante destacar que a presença de riscos no espaço de trabalho não significa, necessariamente, que os profissionais ao realizarem suas atividades serão acometidos por algum acidente ou doença. Nos laboratórios sempre há situações de perigo, portanto é necessário assumir uma conduta segura com base nas normas de biossegurança e tomar as precauções necessárias. A prevenção de acidentes demanda principalmente o uso dos EPIs e EPCs adequados, treinamentos dos profissionais, adoção das normas e procedimentos de biossegurança (MASTROENI, 2006).

Os profissionais que trabalham em laboratório, estudantes e professores têm que assumir uma postura de segurança em relação as suas atividades para não comprometer sua saúde, a dos colegas e das pessoas indiretamente envolvidas. Conhecer as normas de biossegurança, os riscos presentes no espaço de trabalho e escolher o procedimento de menor risco são essenciais para gerenciar riscos.

## **4.2 Organização em laboratórios de pesquisa**

Manter um laboratório organizado, além de poupar tempo nas atividades cotidianas, também é essencial para evitar e/ou reduzir acidentes.

A organização e o conhecimento das normas de biossegurança são aliados e devem ser buscadas por todos aqueles que trabalham em ambientes laboratoriais de pesquisa, ensino e de saúde.

### ***4.2.1 Mapas de riscos***

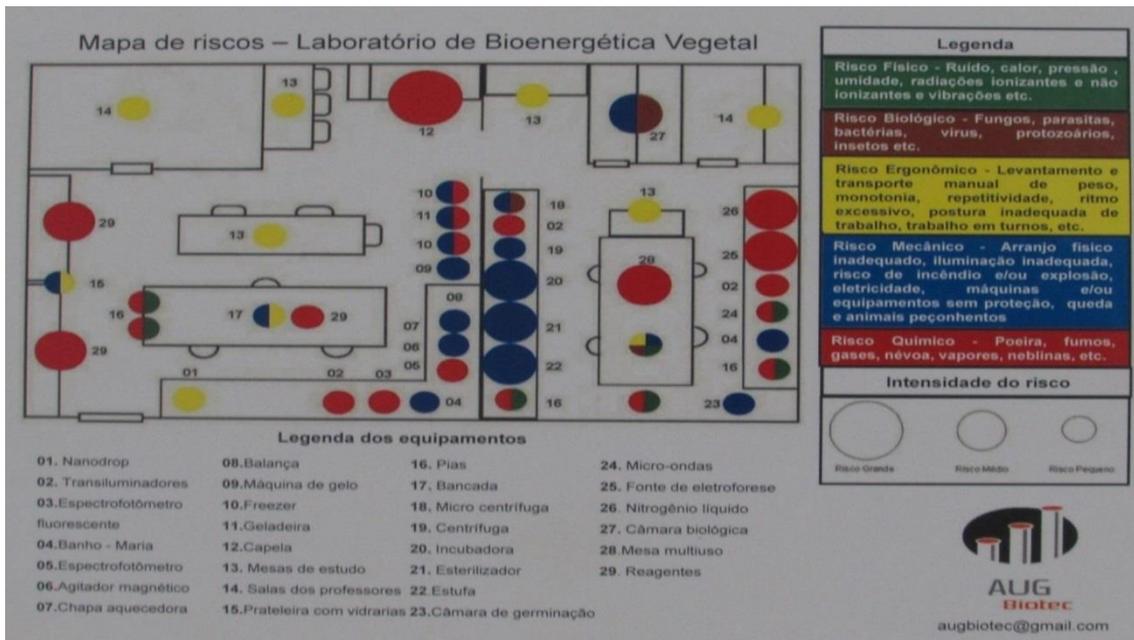
A NR-9 estabeleceu a obrigatoriedade de identificar os riscos à saúde humana no ambiente de trabalho e atribuiu às Comissões Internas de Prevenção de Acidentes (CIPA) a responsabilidade pela elaboração de mapas de riscos ambientais. A sua elaboração, no entanto, é geralmente delegada a profissionais especializados (HOKERBERG, 2006).

O mapa de risco é uma técnica empregada para coletar o maior número possível de informações sobre os riscos existentes no ambiente de trabalho levando em consideração os saberes dos trabalhadores (BENATTI; NISHIDE, 2000). O mapa de risco é uma representação gráfica descritiva e qualitativa dos riscos ambientais (HOKERBERG, 2006).

A representação gráfica de mapa de risco utiliza círculos de tamanho proporcionais às gravidades: grande, médio e pequeno. Também se utiliza cores para a identificação de riscos. Verde para riscos físicos, vermelho para riscos químicos, marrom para riscos biológicos, amarelo para risco ergonômico e preto para riscos de acidente (Figura 1) (BRASIL, 1994).

Portanto, todos os laboratórios devem possuir um mapa de risco em sua estrutura para sinalizar as áreas de risco que podem prejudicar a saúde dos profissionais laboratorial, auxiliando, assim, numa melhor prevenção aos riscos presentes.

Figura 1-Mapa de risco



Fonte: Empresa AUG biotec.

#### 4.2.2 Sinalização de segurança

A sinalização de segurança é um tema que deve ser levado em consideração quando se tem como objetivo a organização e a redução de riscos de acidentes no ambiente de trabalho. Ela deve estar presente não apenas no laboratório, mas também em suas vias de acesso. Portanto, o responsável por ele deve buscar implementar o uso dos sinais de segurança.

De forma geral, os laboratórios e suas vias de acesso, devem apresentar sinalização com instruções claras e objetivas. A sinalização deve informar, por exemplo, as áreas de riscos, a exigência do uso de EPIs e EPCs em locais específicos do laboratório, as rotas de saída de emergência, os equipamentos de combate a incêndios. Além disso, todos que lá trabalham devem entender esses símbolos e tomar precauções.

##### 4.2.2.1 Cores utilizadas na sinalização de segurança

As cores empregadas na sinalização de segurança são regulamentadas pela portaria nº 229 de 2011 que altera o texto da NR 26 e por normatização de textos oficiais (BRASIL, 2011). Essa portaria ressalta que o uso de cores deve ser reduzido para não gerar distração e fadiga ao trabalhador (BRASIL, 2011). Portanto deve ser usada com moderação.

Essa portaria expressa que as cores devem ser utilizadas nos locais de trabalho para:

- a) identificar os equipamentos de segurança;
- b) delimitar áreas;
- c) identificar tubulações empregadas para a condução de líquidos e gases;
- d) advertir contra riscos.

As normas oficiais que regulam a utilização de cores no ambiente de trabalho são estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A NBR 7195 “[...] fixa as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.” (ANEXO 1) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 1). Além das cores naturais, a NBR 7195 institui a utilização de cores contraste ao se utilizar mais de uma cor em um pictograma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995).

A NBR 6493 aborda “[...] as condições exigíveis para o emprego de cores na identificação de tubulações para a canalização de fluidos e material fragmentado ou condutores elétricos, com a finalidade de facilitar a identificação e evitar acidentes.” (Quadro 1) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 1).

Quadro 1 - Cores usadas para identificação de tubulações.

Cor de Tubulações	Utilização
Vermelho	Água e outras substâncias destinadas a combater incêndio.
Alaranjado	Produtos químicos não gasosos
Amarelo	Gases não liquefeitos
Verde	Água, exceto a destinada a combater incêndio
Azul	Ar comprimido
Branco	Vapor
Preto	Inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (por exemplo: óleo combustível, asfalto, alcatrão, piche)
Marrom	Materiais fragmentados (minérios), petróleo bruto
Cinza-Claro	Vácuo
Cinza-Escuro	Eletroduto
Alumínio	Gases liquefeitos, inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade)

Fonte: Adaptado da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994).

#### 4.2.2.2 Pictogramas utilizados na sinalização de segurança

Os pictogramas apresentam-se com diversas cores, formas e símbolos, podendo ser acompanhados de palavras e frases. A combinação das três primeiras resulta em instruções claras e objetivas as quais precisam ser compreendidas por todos para se tomar as devidas precauções (Figura 2).

De forma geral, as cores mais comuns em ambientes laboratoriais são o vermelho, amarelo, verde e azul. As formas utilizadas são círculo, triângulo, losango, quadrado e retângulo. A associação das duas primeiras podem indicar proibição, obrigação, perigo ou aviso, material de combate a incêndios, segurança em situações de emergência e aviso (Quadro 2).

Os pictogramas podem ser adquiridos no mercado, existem várias empresas que os confeccionam. No entanto, na internet há diversos modelos disponíveis os quais facilmente podem ser acessados, impressos e fixados em locais desejados no ambiente de trabalho.

Quadro 2-Instruções dos pictogramas associando cor e forma.

Cor	Forma		
	Circulo	Triangulo, losango	Retângulo ou quadrado
Vermelho	Proibição		Material de combate a incêndios
Amarelo		Perigo ou aviso	
Verde			Segurança em situações de emergência,
Azul	Obrigaçã		Informaçã

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 - Pictogramas de proibição, perigo, material de combate a incêndios, segurança em situações de emergência, obrigação.



Legenda: da esquerda à direita, os pictogramas que indicam proibido fumar; proibido a entrada de pessoas não autorizadas; substâncias radioativas; substâncias tóxicas; extintor; telefone para luta contra incêndios; ducha de segurança; lavagem de olhos; proteção obrigatória das mãos; proteção obrigatória das vias respiratórias; proteção obrigatória do corpo; proteção obrigatória do rosto.

Fonte: Adaptado de <<http://riscaorisco.blogspot.com.br/>>

#### 4.2.2.3 Pictogramas de risco presente nos rótulos de produtos químicos

A portaria nº 229 de 2011, que altera o texto da NR-26, legisla sobre a rotulagem de produtos químicos. Nela, consta que a classificação de substâncias perigosas deve ser baseada em lista de classificação harmonizada baseada no Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) da Organização das Nações Unidas (ONU) (BRASIL, 2011). Dessa forma, o Brasil adotou novos pictogramas de riscos, substituindo o sistema Europeu (Figura 3).

GHS se trata de uma abordagem lógica e abrangente para (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2005):

- a) definição dos perigos dos produtos químicos;
- b) criação de processos de classificação que usem os dados disponíveis sobre os produtos químicos que são comparados a critérios de perigo já definidos;
- c) a comunicação da informação de perigo em rótulos e FISPQ (Fichas de Informação de Segurança para Produtos Químicos).

O rótulo dos produtos químicos normalizados por GHS devem conter (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2005):

- a) identificação do produto;
- b) pictograma de perigo;
- c) palavra de advertência;
  - “perigo” para o perigo mais severo
  - “aviso” para perigo menos severo
- d) declaração de perigo
- e) informações suplementares
- f) medidas preventivas
- g) primeiros socorros
- h) identificação do fornecedor

A simbologia de risco adotada pelo “Hazardous Material Information System” (HMIS) da “National Fire Protection Association” (NFPA) dos Estados Unidos, conhecida como diagrama de Hommel, é considerada muito simples, informativa e de rápido entendimento. No entanto, a adoção do sistema GHS pela legislação brasileira pode resultar em uso limitado do diagrama de Hommel (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

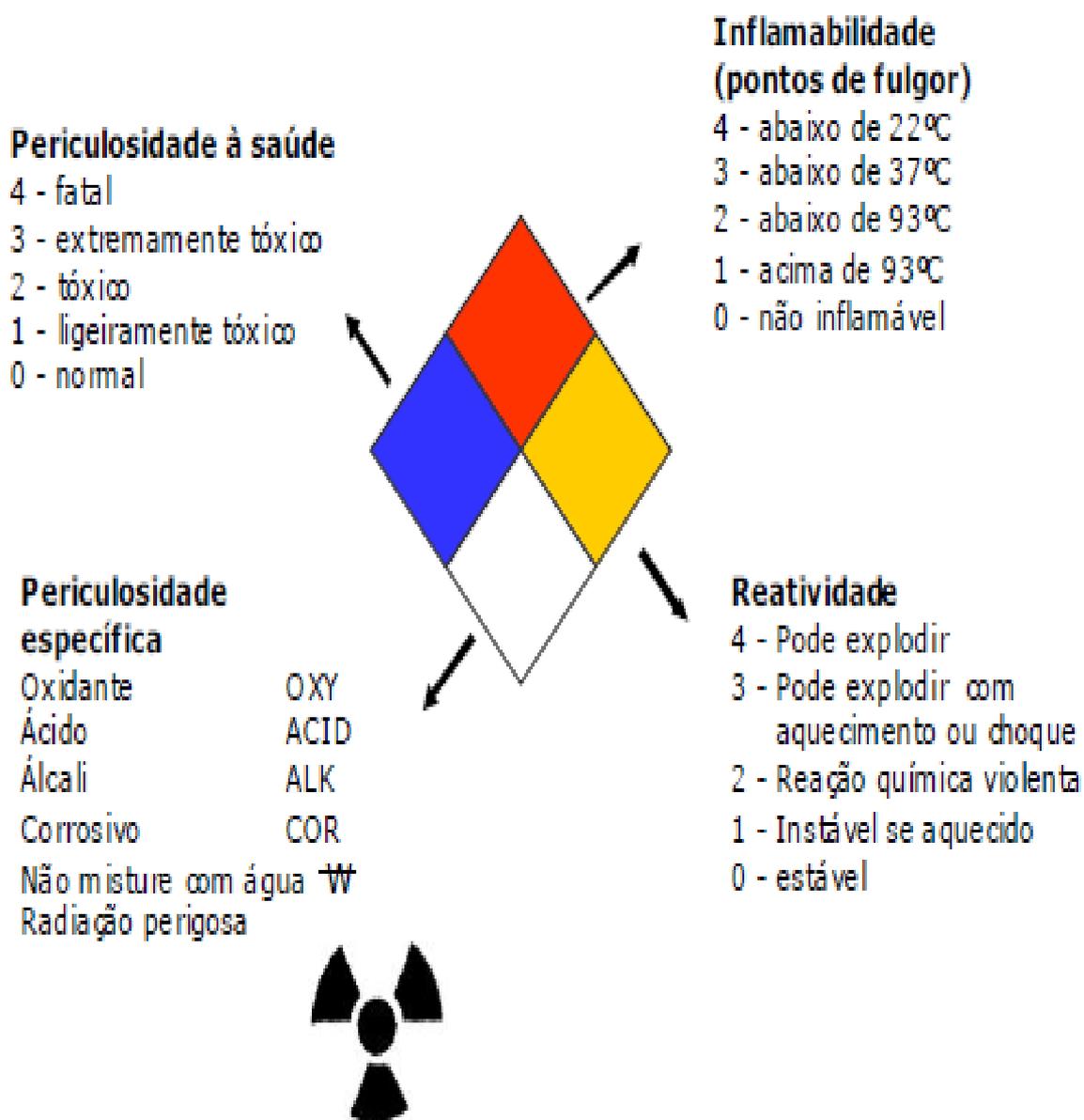
Figura 3-Pictogramas e classe de risco do GHS

		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidantes</li> <li>• Peróxidos orgânicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamáveis</li> <li>• Auto-reativos</li> <li>• Pirofóricos</li> <li>• Auto-aquecíveis</li> <li>• Emite gás inflamável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosivos</li> <li>• Reativos</li> <li>• Peróxidos orgânicos</li> </ul>
		
<p>Toxicidade aguda (severa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases sob pressão</li> </ul>
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carcinogênico</li> <li>• Sensibilizante à respiração</li> <li>• Toxicidade à reprodução</li> <li>• Toxicidade em órgão alvo</li> <li>• Mutagenicidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perigoso para o meio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irritante</li> <li>• Sensibilizante dérmico</li> <li>• Toxicidade aguda (perigoso)</li> </ul>

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (2005).

O Diagrama de Hommel indica os riscos envolvidos em um produto químico, no qual pode estar presente a numeração de um a quatro. O número um representa o menor grau de risco e o número quatro o maior. Podem ser incluídos no diagrama os riscos específicos para uma determinada substância (Figura 4).

Figura 4-Diagrama de Hommel



### 4.2.3 Organização de FISPQ's

As FISPQ's (Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos), também conhecidas como Material Safety Data Sheet (MSDS), assim como os rótulos de produtos químicos são uma das ferramentas de comunicação entre fabricante e consumidor. Constam da FISPQ's informações das propriedades dos produtos químicos que podem representar perigos físicos, ambientais e à saúde de operadores durante o manuseio de reagente. Além disso, essas fichas fornecem informações sobre precauções de segurança e gerenciamento dos resíduos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2005).

Verga Filho (2008) ressalta a importância da disponibilidade, em português, das fichas de informações para cada reagente no laboratório ou em outro local de trabalho. Dessa forma, todos poderiam acessá-las quando surgir dúvidas acerca dos produtos químicos.

As FISPQ's podem ser armazenadas em pastas e organizadas em ordem alfabética sendo mantidas em local de fácil acesso e conhecido por todos. Outra opção seria ter as FISPQ's em formato digital em pastas específicas para elas em dispositivos de uso coletivo e, se possível, em dispositivos de uso pessoal de todos os integrantes do laboratório.

As FISPQ's devem conter 16 seções (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2005):

- a) identificação de substância;
- b) identificação do perigo;
- c) composição do produto;
- d) medidas de primeiros socorros;
- e) medidas de combate a incêndios;
- f) medidas para derramamentos acidentais;
- g) manuseio e armazenagem;
- h) controle de exposição e proteção pessoal;
- i) propriedades físico-químicas;
- j) estabilidade e reatividade;
- k) informações toxicológicas;
- l) informações ecológicas;
- m) considerações sobre disposição;
- n) informações sobre transporte;
- o) informações legais;

p) outras informações.

Todas as secções da FISPQ são importantes, no entanto, alguns temas merecem destaque e devem ser compreendidos pelo manipulador do produto químico:

- a) na secção de identificação de perigo, o manipulador deve observar quais perigos o uso do reagente envolve;
- b) na secção de controle de exposição e proteção pessoal, o manipulador deve observar quais são os equipamentos de proteção sugeridos para manipular o produto com segurança;
- c) na secção de estabilidade e reatividade, deve ser observado a estabilidade química do produto, sua reatividade e incompatibilidade com outros produtos químicos, importante quando se quer organizar os reagentes do laboratório;
- d) na secção de informações toxicológicas, o manipulador deve observar qual efeito o reagente pode gerar em contato com a pele e olhos, ao respirar e ao ser ingerido;
- e) na secção de informações ecotoxicológicas deve ser observado o efeito que o reagente causa ao ambiente;
- f) na secção de transporte o manipulador deve observar a melhor forma de transportar o reagente.

#### ***4.2.4 Armazenamento de produtos químicos***

Armazenar os reagentes de laboratório de forma adequada é uma prática importante e deve ser estimulada em todos os laboratórios. A consulta de FISPQ's é essencial durante o processo de armazenamento, portanto deve-se tê-la para cada reagente do laboratório.

De modo geral, produtos químicos não devem ser estocados em ordem alfabética. Os reagentes devem ser segregados em grupos quimicamente compatíveis. Devem-se armazenar os diferentes grupos separados entre si por barreiras físicas e manter grupos incompatíveis distantes (ANEXO B). Deve-se usar compartimentos secundários, tais como bandejas plásticas, para acomodar reagentes. Reagentes líquidos e sólidos devem ser separados para evitar geração de um meio adequado para reações no caso de quebra de frascos (COSTALONGA, 2010).

A segregação dos reagentes em grupos auxilia durante o armazenamento. Sugere-se separar em grupos, tais como (COSTALONGA, 2010):

- a) Ácidos orgânicos;
- b) Ácidos inorgânicos;
- c) Bases;
- d) Agentes oxidantes
- e) Agentes redutores;
- f) Materiais potencialmente explosivos;
- g) Materiais reativos com água;
- h) Substâncias pirofóricas;
- i) Materiais formadores de peróxidos;
- j) Materiais que sofrem polimerização;
- k) Produtos químicos que envolvem perigo: inflamáveis, tóxicos, carcinogênicos;
- l) Produtos químicos incompatíveis.

Procedimentos gerais recomendados para armazenamento de produtos químicos (COSTALONGA, 2010):

- a) ácido perclórico deve ser separado de todas outras substâncias;
- b) ácido nítrico deve ser separado de todas outras substâncias;
- c) ácido fluorídrico deve ser separado de todas outras substâncias;
- d) metais reativos devem ser estocados em armário para inflamáveis;
- e) mercúrio deve ser armazenado em frascos resistentes e acondicionado em bandejas (recipiente secundário);
- f) químicos carcinogênicos e altamente tóxicos devem ser estocados em armários isolados e ventilados;
- g) inflamáveis inorgânicos e orgânicos devem ser armazenados separadamente em armários para inflamáveis. Verifique incompatibilidade entre os inflamáveis orgânicos para uma segregação adequada;
- h) materiais extremamente tóxicos ou perigosos devem ter embalagem dupla e inquebrável. Dessecadores podem ser utilizados para este fim;
- i) a separação, pela distância ou por barreiras físicas, deve ser o suficiente para prevenir a mistura de dois incompatíveis no caso de queda e quebra de recipientes;
- j) os produtos químicos quando dispostos lado a lado devem ser compatíveis entre si;
- k) os produtos químicos deverão ser armazenados devidamente rotulados nos locais previamente definidos e sinalizados;

l) todas as regras citadas devem ser aplicadas no armazenamento de frascos contendo resíduos químicos.

#### ***4.2.5 Etiqueta padrão para soluções***

Em laboratórios de pesquisa, diversas soluções são produzidas e armazenadas para posterior uso por muitos estudantes. Nessa situação, seria ideal que no laboratório houvesse etiquetas padrões de rápido e fácil acesso a todos para evitar perda de tempo, desorganização e coibir a identificação das soluções preparadas com informações insuficientes.

Dessa forma, é aconselhável que um membro do laboratório padronize as etiquetas com o nome e logo do laboratório e informações básicas requeridas a ser preenchidas como:

- a) nome da solução;
- b) concentração;
- c) data de preparo;
- d) local de armazenamento;
- e) responsável da solução;
- f) observações.

Caso sejam produzidas soluções perigosas, as informações sobre o risco podem ser inseridas no diagrama de Hommel na etiqueta padrão para alertar aos usuários.

Pode-se observar na Figura 5 um modelo de etiqueta para identificação de soluções.

**Figura 5** - Modelo de etiqueta para identificação de soluções

Nome do laboratório: \_\_\_\_\_

Solução: \_\_\_\_\_

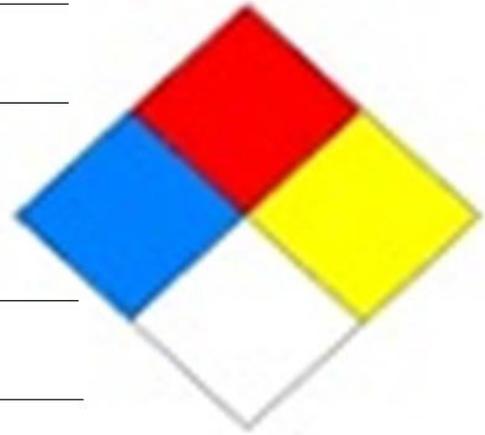
Concentração \_\_\_\_\_

Data de preparo: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Armazenar: \_\_\_\_\_

Responsável: \_\_\_\_\_

Obs: \_\_\_\_\_



Fonte: elaborado pelo autor.

#### **4.2.6 Elaboração de POP's**

Os procedimentos operacionais padrões (POP's) são instrumentos os quais favorecem a padronização de procedimentos. Assim, tarefas e atividades podem ser realizadas da mesma forma independente do manipulador. Coleta de amostras, procedimentos analíticos, manipulação de equipamento e segurança operacional são exemplos de tarefas que necessitam de POP's (COSTA; COSTA, 2009).

Já existem diversos POP's para procedimentos básicos em laboratório, os que trabalham nesse ambiente devem buscá-los para realizar as atividades de forma correta e/ou segura. Um exemplo de POP para procedimentos envolvendo a esterilização em autoclaves está disponível no Anexo C.

O ideal para manter o laboratório organizado e sinalizado em relação a esse tema é disponibilizar POP's básicos de uso rotineiro no ambiente de trabalho, os quais devem ser fixados nos locais onde os procedimentos serão realizados. A figura 6 exemplifica a implementação de uso de POP's no ambiente de trabalho.

De forma geral, as informações que devem constar nos POP's são:

- a) nome do equipamento;
- b) data de edição do POP;

- c) responsável pela edição;
- d) procedimento detalhado em etapas.

Figura 6 - POP's instituídos em laboratório para uso de balança e de potenciômetro



Fonte: Empresa AUG biotec.

### 4.3 Equipamentos de proteção

Laboratórios de universidades, de instituições de pesquisa, ensino e de saúde são locais onde são manuseados materiais os quais oferecem risco à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. As substâncias, organismos e equipamentos manuseados podem resultar em diversos tipos de acidentes os quais podem ser eliminados ou reduzidos ao se utilizar de forma correta EPIs e EPCs (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

#### 4.3.1 Equipamentos de proteção individual (EPIs)

Os equipamentos de proteção individual destinam-se a proteger o trabalhador em operações em que a proteção coletiva não é suficiente para garantir a saúde e a integridade física da pessoa. Quando há riscos de exposição a vapores, névoas, pós fora da capela, ou risco de quebras ou explosões de aparelhos de vidro, cortes com vidrarias, lâminas,

ferramentas perfurantes, cortantes são exemplos de situação as quais o uso de EPIs são necessários (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV, 2009).

### ***4.3.2 Protetores para a cabeça***

#### ***4.3.2.1 Óculos de proteção***

EPI destinado a proteção dos olhos, cujas lentes conferem proteção contra respingos de materiais infectantes, substâncias químicas, partículas que causem irritação ou lesão os olhos, proteção contra radiação ultravioleta e infravermelho (MASTROENI, 2006).

Existem disponíveis no mercado diversos tipos de óculos de proteção, cada um para um determinado fim (MASTROENI, 2006):

- a) óculos de proteção resistentes a impactos contra aerodispersores;
- b) óculos de proteção contra produtos químicos;
- c) óculos para proteção contra radiações ultravioleta e infravermelho etc.

#### ***4.3.2.2 Protetores respiratórios***

Os protetores respiratórios ou máscaras respiratórias contêm filtros (MASTROENI, 2006):

- a) mecânico para reter partículas na forma de poeira, névoa, neblina e fumo;
- b) químicos para proteção contra gases e vapores;
- c) combinados, mecânicos e químicos.

No mercado, é possível encontrar filtros específicos para cada tipo de gás e vapor que o profissional pode estar exposto (quadro 3) (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

Há dois tipos de máscaras para uso em condições de concentrações: máscaras semi-faciais e máscaras de proteção total.

As máscaras semifaciais são recomendadas para casos em que a concentração dos vapores tóxicos não ultrapasse dez vezes o limite de exposição. Devem ser acompanhadas do uso de óculos de proteção. Já as máscaras de proteção total da face são utilizadas para ambientes em que a concentração pode atingir até cinquenta vezes o limite de exposição (MASTROENI, 2006).

Quadro 3– Filtro para proteção respiratória

Cor do filtro	Indicação de uso
Branco	Gases e ácidos
Amarelo	Vapores orgânicos e gases ácidos
Verde	Amônia
Marrom	Vapores orgânicos, gases ácidos e amônia
Vermelho	Diversos (gases industriais, monóxido de carbono, fumo e fumaça)
Branco com listras verdes	Vapores de ácido clorídrico
Branco com listras amarelas	Cloro
Azul	Monóxido de carbono

Fonte: Hirata e Mancini Filho (2012).

#### **4.3.3. Proteção para o tronco**

O jaleco é o EPI mais comum em laboratório. Seu uso é recomendado para aqueles que manuseiam substâncias químicas. Deve ser fabricado em algodão puro, pois é um material não reativo a produtos químicos e o menos inflamável. O jaleco deve ter mangas compridas com fechamento em velcro, comprimento até os joelhos, fechamento frontal também em velcro, sem bolsos nem detalhes soltos. Ressalta-se que o mesmo deve ser usado sempre fechado, para cumprir seu papel de proteção (VIDAL; CARVALHO, 2003).

Além dos jalecos de algodão, também podem ser encontrados aventais de Kevlar e borracha. O primeiro deve ser utilizado em locais com calor excessivo. O segundo deve ser utilizado quando se manipula grande quantidade de soluções, quando existe perigoso e por responsáveis pela limpeza de vidraria e equipamentos (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012)

#### **4.3.4 Proteção de membros superiores**

Os EPIs que conferem proteção às mãos e braços atuam contra riscos biológicos, queimaduras, calor ou frio excessivos, mordidas, cortes, choques elétricos e outros riscos físicos. Nesses casos, devem ser usados luvas, mangas e cremes protetores (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

Uma das principais causas de acidentes em ambientes laboratoriais é atribuída a operações manuais, que, muitas vezes, em virtude do excesso de confiança, despreparo e

negligência, geram sérios acidentes, causando graves ferimentos em operadores. A não utilização de luvas adequadas é injustificável, pois elas são de baixo custo e podem ser encontradas de diversos tipos adequado a cada uso (VERGA FILHO, 2008).

As principais operações que necessitam o uso de luvas de proteção são (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV, 2009):

- a) operações com vidrarias;
- b) montagem de equipamentos;
- c) manuseio de solventes e produtos químicos;
- d) operações em forno mufla etc;
- e) operações criogênicas;
- f) manuseio de materiais biológicos, sangue, tecidos infectados etc;
- g) manuseio de animais;
- h) manuseio de ferramentas, lâminas metálicas etc.

Segundo o CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV (2009) muitos materiais são utilizados para a produção de luvas:

**Couro:** material natural, com tratamento especial. Adquire alta resistência mecânica, permite bom tato e é absorvente. Ideal para operações de montagem, manutenções, manuseio de equipamentos pesados etc.

**Borracha Natural (Látex):** apresenta boa elasticidade a qual rapidamente volta à condição inicial. Tem boa resistência a sais, álcalis, ácidos e cetonas.

**Borracha Nitrílica:** material sintético com alta resistência à abrasão e boa resistência a agentes químicos. Ela é muito utilizada em laboratórios clínicos e químicos.

**PVC ou Cloreto de Polivinila:** material sintético o qual apresenta resistência química a álcool e a ácidos, contudo é pouco resistente a solventes orgânicos derivados do petróleo. Indicadas para processamento de alimentos, manufatura de produtos farmacêuticos etc.

**Borracha Neoprene:** material sintético o qual apresenta boa resistência a óleos minerais, óleos graxos e vários produtos químicos. Luvas de neoprene comum são resistentes a ácidos, álcalis, álcoois, solventes derivados de petróleo etc.

**Kevlar:** feita com polímero resistente para temperaturas até 300 °C. Apresenta boa flexibilidade e apresenta resistência a cortes.

É imprescindível que o usuário de luva saiba que nenhum material protege contra todos os produtos químicos. O Quadro 4 tem caráter de orientação escolhas de luvas com base na resistência química de uma forma geral.

Quadro 4 - Tipos de luvas e resistência química.

Tipo de luva	Uso
Látex	Bom para ácidos e bases diluídos, ruim para solventes orgânicos. Exemplos: ácidos, álcalis diluídos, álcoois, sais e cetonas.
Neoprene	Bom para ácidos, bases, peróxidos, hidrocarbonetos, álcoois, fenol. Ruim para solventes halogenados e aromáticos. Exemplos: solventes clorados, álcool, álcalis, derivados do petróleo.
Nitrílica	Bom para grande variedade de solventes orgânicos e ácidos e bases. Exemplos: solventes clorados, álcool, álcalis diluídos, derivados do petróleo (geralmente tem maior resistência que a borracha natural e neoprene), óleos, graxas e aminoácidos.
Borracha butílica	Bom para cetonas e ésteres, mas ruim para os demais solventes. Exemplos: ácidos, álcalis diluídos, álcoois, cetonas, ésteres (tem a maior resistência avaliada contra a permeação de gases e vapores aquosos).
PVC (cloreto de polivinila)	Bom para ácidos e bases, ruim para a maioria dos solventes orgânicos. Exemplos: ácidos, álcalis, gorduras, álcoois.

Fonte: adaptado de Hirata e Mancini Filho (2012) e Vidal e Carvalho (2003).

#### ***4.3.5 Proteção dos membros inferiores***

Os calçados são os EPIs para proteção dos pés contra umidade, respingos de substâncias, derramamento de líquidos quentes e solventes, impactos de objetos, cacos de vidros e materiais perfurocortantes. Os calçados devem ser confortáveis, mas são proibidos o uso de tamancos, saltos e chinelos e qualquer calçado que não cubra todo o pé (MASTROENI, 2006).

## **4.4 Equipamentos de proteção coletiva (EPCs)**

### ***4.4.1 Capela de segurança de uso de uso geral***

São equipamentos essenciais em qualquer laboratório onde são manuseados produtos químicos ou produtos particulados. Devem obedecer a critérios de construção levando-se em conta o tipo de trabalho e a quantidade de operadores que irão usá-las.

A exaustão da capela é um dos itens mais importantes a serem verificados periodicamente pela medida de Velocidade Facial, feita por meio de um anemômetro expressa em metros/segundo (m/s), a velocidade do ar deve ser em torno de 0,5 m/s com a janela da capela totalmente aberta (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

A capela apresenta como principais características (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012):

- a) construção robusta com revestimento interno resistente aos produtos com os quais se vai operar;
- b) sistema de exaustão com potência suficiente para promover a exaustão dos gases leves que rapidamente ocupam as camadas superiores, e dos gases pesados tipo gases de enxofre, e alguns solventes, que tendem a permanecer nas partes baixas da capela. O ruído não deve exceder aproximadamente 70 decibéis;
- c) sistema de iluminação adequado para uma perfeita utilização (é sugerido mínimo de 300 LUX);
- d) dimensões adequadas com todas as utilidades necessárias (gases, energia, água, esgoto etc) a fim de evitar-se improvisações e comandos na parte externa.
- e) equipamentos elétricos e interruptores à prova de explosão, quando para trabalho com produtos inflamáveis ou explosivos.

### ***4.4.2 Cabine de segurança “walk in”***

São capelas especiais sem bancada tradicional, a base de trabalho é rebaixada até quase ao nível do piso. Nessas capelas, é possível o operador entrar, tomando os devidos cuidados com gases residuais para efetuar montagem de aparelhagens de grandes dimensões, em alturas impossíveis de atingir em capelas normais (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

#### 4.4.3 Cabine de segurança biológica (CBS)

As CBS foram projetadas com sistema de filtro de ar com propósito de ter uma área de trabalho segura para vários experimentos desenvolvidos em laboratório. São utilizados para proteger o profissional e o ambiente laboratorial dos aerossóis potencialmente infectantes que podem se espalhar durante a manipulação dos materiais biológicos. Alguns tipos de cabine protegem também o produto que está sendo manipulado do contato com o meio externo, evitando a sua contaminação.

As CSB apresentam filtros de alta eficiência, o filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) é o mais utilizado e apresenta eficiência de 99,9% de partículas filtradas para partículas de 0,3µm de diâmetro, chamadas de MPPS (*Maximum Penetration Particulate Size*) (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012).

Os sistemas de filtração das CSB e suas características estão resumidas no Quadro 5. As CSB são classificadas de acordo com o tipo de micro-organismo ou produto que vai ser manipulado em cada cabine (BRASIL, 2006):

- a) Classe I
- b) Classe II, subdivididas em A, B1, B2 e B3.
- c) Classe III

Quadro 5 - Sistemas de filtração das CSB e suas características

Tipo	Velocidade Frontal (metros/segundo)	Padrão de fluxo de ar	Radionucleídeos/ substâncias químicas	Classe de risco biológico	Proteção do produto
Classe I	0,38 a 0,5 m/s	Frontal: atrás e acima através do filtro HEPA	Não	2 e 3	Não
Classe II Tipo A	0,38 m/s	70% de ar recirculado através do filtro HEPA..	Não	2 e 3	Sim
Classe II Tipo B1	0,5 m/s	30% de ar recirculado através de filtro HEPA.	Sim (Níveis baixo/volatilidade)	2 e 3	Sim

Tipo	Velocidade Frontal (metros/segundo)	Padrão de fluxo de ar	Radionucleídeos/substâncias químicas	Classe de risco biológico	Proteção do produto
Classe II Tipo B2	0,5 m/s	Nenhuma recirculação de ar: 100% de ar exaurido via filtros HEPA e tubulação rígida	Sim	2 e 3	Sim
Classe II Tipo B3	0,5 m/s	Idêntica às Cabines II A, mas o sistema de ventilação sob pressão negativa para a sala e o ar é liberado através de tubulação rígida.	Sim	2 e 3	Sim
Classe III		Entradas e saídas de ar através de filtros HEPA	Sim	3 e 4	Sim

Fonte: adaptado de Brasil (2006).

**CBS I:** Apresenta muita semelhança com capelas de uso geral presentes em laboratórios, mas se diferencia por apresentar filtro HEPA. É a CBS mais simples, recomendada se trabalhar com agente de risco biológico baixo e moderado.

**CBS II:** Também são conhecidas por capelas de fluxo laminar (Figura 7), pois apresenta fluxo laminar unidirecional. Elas são projetadas para assegurar uma área de trabalho livre de contaminação, onde materiais biológicos e estéreis são manipulados sem sofrer contaminação do ambiente externo. Além disso, garante segurança ao operador e meio ambiente, pois evita a contaminação com o material manipulado.

O fluxo laminar faz com que o ar presente na área de trabalho seja constantemente renovado, dessa forma garantindo seu grau de limpeza. Portanto, os contaminantes presentes são removidos pelo fluxo de ar. O local de instalação da CBS são geralmente áreas protegidas e longe das portas para evitar interferência de fluxo de ar. Além disso, ao utilizar a cabine é recomendado o manipulador realize movimentos lentos para evitar o rompimento do fluxo de ar e, assim, comprometa a barreira de contenção.

**Figura 7** - Cabine de segurança biológica II



Fonte: elaborada pelo autor

**CBS II A:** essa cabine confere proteção ao operador e ao produto. Neste equipamento micro-organismos de risco biológico classes I e II podem ser manipulados em pequenas quantidades. Não se pode realizar experimento utilizando substâncias tóxicas, explosivas, inflamáveis ou radioativas, pois há elevada porcentagem de ar recirculando na cabine e no ambiente.

**CBS II B1:** recomendada para operações de risco moderado com produtos químicos voláteis e com agentes biológicos tratados com pouca quantidade de produtos químicos ou tóxicos. Essa cabine protege o operador, o produto e o ambiente. Podem ser manipulados organismos de risco biológico I, II e III. Ela é recomendada para a utilização de equipamentos que homogêizam, agitam e/ou centrifugam materiais de risco biológico.

**CBS II B2:** Este tipo de cabine é usado para agentes biológicos tratados com produtos químicos e radioativos e em operações de risco moderado, incluindo materiais químicos voláteis. Protege o operador, o produto e o ambiente. São permitidos a manipulação de organismos de risco biológico classes I, II e III. Também é permitido o uso de materiais que liberam odores. Seu uso é recomendado para a utilização de equipamentos que homogêizam, agitam e/ou centrifugam materiais de risco biológico.

**CBS II B3:** É bem semelhante à cabine Classe II A, sendo usada para pequenas quantidades de materiais químicos voláteis, químicos tóxicos e traços de radioativos. Protege o operador, o produto e o meio ambiente. Recomendada para a manipulação de organismos de risco biológico classes I, II e III.

**CBS Classe III:** É a cabine que confere maior proteção, apresentando contenção máxima, é fechada, apresenta ventilação própria, construída em aço inox, à prova de escape de ar, operando com pressão negativa. A cabine apresenta luvas de borracha acoplada as quais impedem qualquer contato do operador com o material com que se trabalha. Confere máxima proteção ao indivíduo, a coletividade, ao meio ambiente e ao material manipulado. É indicada para micro-organismos de classe III, IV e para pesquisas com material de DNA de alto risco.

#### ***4.4.4 Chuveiro de emergência e lava - olhos***

O chuveiro de emergência é destinado à lavagem de roupas e da pele dos trabalhadores os quais sejam atingidos por grandes quantidades de produtos químicos, material biológico e quando as vestimentas estiverem em chamas. Ele pode ser acionado de forma automática ou manualmente, no entanto ao ser instalado deve ser levado em consideração a capacidade de todos os prováveis usuários poderem acioná-lo (MASTROENI, 2006).

O lava-olhos são EPC's destinados à lavagem dos olhos no caso de terem sido atingidos acidentalmente por produtos químicos ou material biológico (MASTROENI, 2006).

#### ***4.4.5 Equipamentos de proteção contra incêndios***

Conhecer como o fogo é gerado e as formas de extinguí-lo são importantes para lidar com emergências relacionadas a incêndios. Logo, é recomendado o treinamento dos trabalhadores para saberem se comportar frente a casos de incêndio, saberem escolher os extintores mais adequados com base no tipo de incêndio e manipular os extintores de forma mais adequada.

##### ***4.4.5.1 Combate ao fogo***

O fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. Ele é constituído de três elementos, chamado triângulo do fogo, que devem coexistir para que se mantenha. Esses elementos são o comburente, o gas oxigênio presente no ar; o combustível, material que propaga o fogo; energia ou calor (SEITO *et al.*, 2008).

A eliminação de uma ou mais dos elementos que constitui o fogo resultará na sua extinção (SALIBA, 2011). Assim, a extinção de incêndio pode ser feita por:

- a) isolamento, ao retirar o combustível quando possível;
- b) abafamentos, quando se expulsa o oxigênio;
- c) resfriamento, quando a temperatura do fogo é abaixada, por exemplo, quando o fogo é resfriado pela água;
- d) extinção química.

#### 4.4.5.2 Classificação de Incêndios

Os incêndios classificam-se em quatro grupos (A, B, C e D), observando-se as características de seus combustíveis. Conhecendo a natureza do material que está queimando, é possível escolher o melhor método para uma extinção rápida e segura (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012):

**Incêndios Classe A:** São produzidos por combustíveis sólidos inflamáveis, tais como: papel, madeira, couro, tecido, fibras, etc. Queimam em razão de superfície e profundidade e deixam resíduos característicos, como brasa, carvão e cinzas. Sua extinção é feita, principalmente, pelo resfriamento do combustível com água ou outro agente extintor que contenha grande porcentagem de água.

**Incêndios Classe B:** São produzidos por líquidos inflamáveis derivados do petróleo (gasolina, óleos, graxa, álcool, éter, tintas, etc.). Queimam em razão de superfície e não deixam resíduos. Sua extinção dá-se, principalmente, por abafamento ou resfriamento por meio de água pulverizada.

**Incêndios Classe C:** São os que ocorrem em equipamentos elétricos energizados, tais como: condutores e motores elétricos, transformadores de voltagem, disjuntores, etc. Sua extinção é feita por meio de agente extintor não-condutor de eletricidade, tais como, pó químico, dióxido de carbono, etc.

**Incêndio Classe D:** São incêndios em metais alcalinos (magnésio, selênio, potássio, etc.) e outros combustíveis pirofóricos que constituem exceção aos métodos convencionais de extinção. Tem um comportamento diferente dos combustíveis comuns, dessa forma são considerados combustíveis especiais. Extintores de pó de grafite são usados para esse tipo de incêndio.

**OBSERVAÇÃO:** em instalações elétricas não se usa extintores de água, espuma ou soda-ácido; se usa somente extintores de CO<sub>2</sub> ou pó químico.

#### 4.4.5.3 Processos de Extinção do Incêndio

Os métodos de extinção do fogo são produzidos por isolamento, resfriamento, abafamento e extinção química do fogo (SALIBA, 2011; HIRATA; MANCINI FILHO, 2012):

**Isolamento:** A retirada do material ou controle do combustível consiste na retirada ou interrupção do campo de propagação do fogo no material que ainda não foi atingido pelo incêndio.

**Resfriamento:** O resfriamento ou controle do calor é o método de extinção mais usado. Consiste em se retirar o calor do material até abaixo do ponto de combustão. A água é muito utilizada neste caso.

**Abafamento:** O abafamento ou controle do comburente, consiste na eliminação do oxigênio das proximidades do combustível para, deste modo, interromper o triângulo do fogo e, conseqüentemente, a combustão.

**Extinção Química:** Certos extintores quando lançados sobre o fogo sofrem ação do calor, reagindo sobre a área das chamas, interrompendo assim a “reação em cadeia” (extinção química). Isso ocorre porque o oxigênio (comburente) deixa de reagir com gases combustíveis.

#### 4.4.5.4 Extintores

Os principais extintores estão resumidos no quadro 6 e são (HIRATA; MANCINI FILHO, 2012):

**A Base de Água:** age por resfriamento e é indicado para incêndios de classe A, por penetrar nas profundidades do material e resfriá-lo. É usado em papel, tecido e madeira. Não deve ser utilizado em material elétrico, líquidos inflamáveis, metais em ignição.

**Mangueira de Incêndio e hidrante:** a mangueira é o condutor flexível utilizados para transportar a água sob pressão, do seu ponto de tomada até o local onde deve ser utilizado para a extinção dos incêndios. Os hidrantes externos estão localizados nas calçadas ligados ao sistema de abastecimento de água da cidade e permitem abastecimento das viaturas de combate a incêndio. No interior das instalações, encontramos hidrantes internos, estes contêm: mangueiras, chaves de mangueiras e esguichos destinados ao combate a incêndio (Figura 8).

**Figura 8** - Extintores de CO<sub>2</sub>, Pó químico do tipos “BC” e Hidrante



Fonte: elaborado pelo autor.

**De CO<sub>2</sub>:** utiliza o CO<sub>2</sub> como base, age por abafamento reduzindo a concentração de O<sub>2</sub> disponível, usado em incêndios de classe B e C. Também pode ser utilizado em incêndios de classe A quando no início. Além disso, não danifica os materiais os quais entra em contato.

**De Pó Químico Seco:** age por abafamento formando uma névula sobre a superfície em chamas. Ideais para ser usado em incêndios de classe B e C. Usado em líquidos e gases inflamáveis, metais alcalinos, fogo de origem elétrica. Só apaga fogo de superfície e é corrosivo podendo danificar materiais.

**Pó químico especial:** único extintor adequado para incêndios da classe D. Qualquer outro tipo de extintor provoca reações violentas.

**De Espuma mecânica:** Usado para incêndios de classe A e B, não indicado para a classe C. Esse extintor não danifica os materiais e equipamentos.

**De Espuma química:** Usado para incêndios de classe A e B, não indicado para a classe C. Esse extintor danifica os materiais e equipamentos.

Quadro 6 -Agentes extintores e as classes de incêndios os quais extinguem.

Agente extintor	Classes de incêndio
Espuma	A, B
Água	A
Pó químico “BC”	B, C

Agente extintor	Classes de incêndio
Pó químico “ABC”	A, B, C
Pó químico especial	D
CO <sub>2</sub>	B, C
Abafamento com limalha de ferro fundido	D

Fonte: adaptado de Saliba (2011) e Hirata e Mancini Filho (2012).

#### Orientações básicas em caso de incêndio:

Ao tomar conhecimento da ocorrência de um incêndio, você deverá:

- a) evitar o pânico;
- b) acionar o alarme de incêndio
- c) não prejudicar os trabalhos de combate ao fogo;
- d) portar-se o mais normal possível;
- e) desligar todos os equipamentos.

## **5 CONCLUSÃO**

O conhecimento de biossegurança aplicado na redução e prevenção de riscos é importante no ambiente laboratorial. Os profissionais que trabalham em laboratório devem buscar se aprofundar no tema e aplicá-lo, protegendo a si e aos colegas ao reduzir os riscos associados de suas atividades.

Esse trabalho está em conformidade com o propósito de redução e prevenção de riscos. Ele reúne informações úteis de proteção individual, coletiva e de organização do espaço do trabalho as quais se incorporadas nas práticas de trabalho contribuirão para esse propósito.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. Departamento de Assuntos Técnicos. **O que é o GHS?** Sistema harmonizado globalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos. São Paulo: ABIQUIM/DETEC, 2005. 69 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 6493:** Emprego de cores para identificação de tubulações. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://www.gsea.com.br/normasabnt/NBR-6493-1994-mpregoDeCoresParaIdentificacaoDeTubulacoes.pdf>>. Acesso em: 12 de fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7195:** Cores para segurança. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <[http://www.newmediapropaganda.com.br/SME/NBR7195\\_Cores\\_para\\_seguranca.pdf](http://www.newmediapropaganda.com.br/SME/NBR7195_Cores_para_seguranca.pdf)>. Acesso em: 12 de fev. 2016

BAYBUTT, P. Major hazards analysis: an improved method for process hazard analysis. **Process Safe. Prog.** v. 22, n. 1. p 21-26. 2003.

BENATTI, M.C.C.; NISHIDE, V.M. Elaboração e implantação do mapa de riscos ambientais para prevenção de acidentes do trabalho em uma unidade de terapia intensiva de um hospital universitário. **Rev. latino-am. Enfermagem.** Ribeirão Preto, v.8, n.5, p.13-20, 2000

BRAND, Cátia Inácia; FONTANA, Rosane Teresinha. Biossegurança na perspectiva da equipe de enfermagem de Unidades de Tratamento Intensivo. **Rev. bras. enferm.**, Brasília, v. 67, n. 1, p. 78-84, Feb. 2014 .

BRASIL. Portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994. **Diário Oficial de União República Federativa do Brasil.** Ministério do Trabalho. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <<http://www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/detalhes.asp?Id=1113>> Acesso em: 4 de fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Comissão Interna de Prevenção de Acidentes. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 NR – 5. **Segurança e medicina do trabalho.** 29 ed. São Paulo. Atlas, 1995. 489p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Biossegurança em laboratórios biomédicos e de microbiologia.** 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 290p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Diretrizes gerais para o trabalho em contenção com material biológico.** 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 64 p.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 229 de 24 de maio de 2011. **Diário Oficial de União República Federativa do Brasil.** Secretaria de Inspeção do Trabalho/SIT. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit229\\_2011.htm](http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit229_2011.htm)>. Acesso em: 5 de fev. 2016.

CARDOSO, T. A. O. *Et al.* Memories of biosafety in Brazil: lessons to be learned. **Applied Biosafety**. v. 10, n. 3, p. 160 - 168. 2005.

CAVALCANTE, N. J. F.; MONTEIRO, A. L. C.; BARBIERI, D. D. Atualidades em DST/AIDS: biossegurança. 2. ed. São Paulo: **Programa de DST/AIDS**, 2003. 80 p.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV. **Guia de laboratório para o ensino de química**: instalação, montagem e operação. São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/downloads/selo\\_guia\\_lab.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/selo_guia_lab.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Minicursos 2009**: Segurança em laboratório químico. São José do Rio Preto, 2009. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini\\_seg\\_lab\\_2009.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini_seg_lab_2009.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2016.

CORDEIRO, Ricardo. Suggestion of an inverse relationship between perception of occupational risks and work-related injuries. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 18, n. 1, p. 45-54, Feb. 2002.

COSTA, M.A.F. **Qualidade em biossegurança**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000. 116 p.

\_\_\_\_\_. **Construção do Conhecimento em Saúde: o ensino de biossegurança em cursos de nível médio na Fundação Oswaldo Cruz**. 2005. 243 p. Tese (Doutorado em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. Biossegurança: elo estratégico de SST. **Revista CIPA**, n.253, p.46-52, 2002.

\_\_\_\_\_. **Entendendo de Biossegurança**. Rio de Janeiro: Papel & Virtual, 2003.

\_\_\_\_\_. Educação e competência em biossegurança. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 46-50, 2004

\_\_\_\_\_. **Entendendo a Biossegurança: epistemologia e competências para a área de saúde**. Rio de Janeiro: Publit; 2006. 74 p.

\_\_\_\_\_. **Biossegurança de A a Z**. Rio de Janeiro. Pubit; 2009. 262 p.

\_\_\_\_\_. Educação em biossegurança: contribuições pedagógicas para a formação profissional em saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro , v. 15, n. 1, p. 1741-1750, June 2010a

\_\_\_\_\_. **Entendendo a Biossegurança: epistemologia e competências para a area de saúde**. 2 ed. Rio de Janeiro: Publit, 2010b.

\_\_\_\_\_. Biossegurança em saúde no ensino de ciências. **Revista Práxis**, nº 9, p. 13-15, 2013.

COSTALONGA, A. G. C.; FINAZZI, G. A.; GONÇALVES, M. A. **Normas de Armazenamento de Produtos Químicos**. Araraquara. 2010. 41p.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução a Engenharia de Segurança de Sistemas**. 3 ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1985.

BINSFELD, P. C. **Biossegurança em biotecnologia**. Rio de Janeiro. Interciência, 2004. 367p.

GUIMARÃES, J. J. **Biossegurança e Controle de infecção cruzada em consultórios odontológicos**. São Paulo: Santos, 2001.

HIRATA, M. H.; MANCINI FILHO, J. **Manual de Biossegurança**. São Paulo. Manole. 2002. 496p

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2 ed. São Paulo. Manole. 2012. 356p

HOKERBERG, Y; H. M. *et al* . O processo de construção de mapas de risco em um hospital público. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 503-513, jun. 2006 .

LEWIS, S. M.; BAIN, B.; BATES, I. Hematologia prática. 9 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 572 p.

MARQUES, M. A.; COSTA, M. A.; SULDOFSKI, M. T.; Costa, G. F. M. Biossegurança em laboratório clínico. Uma avaliação do conhecimento dos profissionais a respeito das normas de precauções universais. **RBAC**, v. 42. n. 4, 283-286, 2010.

MASTROENI, M. F. **Biossegurança Aplicada a Laboratórios e Serviços de Saúde**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2006. 334p.

MASTROENI, M. F. A difícil tarefa de praticar a biossegurança. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 60, n. 2, 2008.

MASTROENI, M.F., MÜLLER, I. C. Tendência de Acidentes em Laboratórios de Pesquisa. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** n. 33, p 101-108, 2004.

MELLO, J. S.; SILVA, M. P.; CARDOSO, T. A. Integrando a Terminologia para entender a biossegurança. **Physis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 239-252, 2012.

NEVES, T. P.; CORTEZ, E. A.; MOREIRA, C. O. Biossegurança como ação educativa: contribuições à saúde do trabalhador. **Cogitare Enfermagem**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 50-54, 2006.

NAVARRO, M.B.A. Biossegurança: uma visão da história da Ciência. In: COSTA , M.A.F.; COSTA , M.F.B. (Orgs.) **Biossegurança de OGM: Saúde Humana e Ambiental**. Rio de Janeiro: Papel & Virtual, 2003. p.10-26.

NORONHA, D. D.; VIEIRA, M. R. M.; VIEIRA, M. M.; MAGALHÃES, T. A.; LEITE, M. T. S. Acidentes ocupacionais ocorridos entre profissionais de saúde do Hospital Universitário Clemente de Faria – HUUCF. **Motricidade**. v. 8, n.2, p 67-77, 2012.

ODA, L.; ÁVILA, S. **Biossegurança em laboratórios e saúde pública**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998. p. 304.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

PEREIRA, M. E. C. *et al.* Reflexões sobre conceitos estruturantes em biossegurança: contribuições para o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 296-303, 2009.

RAYMOND F. B.; REUVEN R. L. A simulation Model for Risk Analysis for Toxic Chemical Storage. **Computers ind. Engng.** v.16, n. 4, p. 559-570, 1988.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e higiene ocupacional**. 4. ed., São Paulo, LTr, 2011.

SANTOS, J. L. G. *et al.* Risco e vulnerabilidade nas práticas dos profissionais de saúde. **Rev. Gaúcha Enferm.**, Porto Alegre , v. 33, n. 2, p. 205-212. 2012 .

SEITO, A. I. *et al.* **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo, Projeto editora, 2008.

SINGLEY, J.A. Hazard versus risk. **Chemical Health & Safety**. v. 11, n. 1, p. 14-16. 2004.

SHIMIZU, H. E.; RIBEIRO, E. J. G. Ocorrência de acidente de trabalho por materiais perfurocortantes e fluidos biológicos em estudantes e trabalhadores da saúde de um hospital escola de Brasília. **Rev. esc. enferm. USP**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 367-375, Dec. 2002.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1996. 362p.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.2.ed. Rio de Janeiro, RJ: FIOCRUZ, 2010. 442p.

TIPPLE, A. F. V. *et al.* Acidente com material biológico no atendimento pré-hospitalar móvel: realidade para trabalhadores da saúde e não saúde. **Rev. bras. enferm., Brasília** , v. 66, n. 3, p. 378-384, June 2013.

VERGA FILHO, A. F. **Segurança em laboratório químico**. Conselho Regional de Química - IV Região. São Paulo, 2008.

VIDAL, M. S.; CARVALHO, J.M.F.C. **Segurança Química em Laboratórios de Pesquisa**. Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. Campina Grande. 2003

VILLARINHO, M. V.; PADILHA, M. I. Estratégias de biossegurança dos trabalhadores da saúde no cuidado às pessoas com HIV/AIDS (1986-2006). **Esc. Anna Nery**, Rio de Janeiro , v. 18, n. 1, p. 25-31, Mar. 2014.

## ANEXO A – EMPREGO DE CORES NA PRODUÇÃO DE SINAIS DE SEGURANÇA

Cor Normal	Cor de Contraste	Aonde deve-se empregar
Vermelho	Branco	<p>É a cor empregada para identificar e distinguir equipamentos de proteção e combate a incêndio e sua localização, inclusive portas de saída de emergência. Os acessórios destes equipamentos, como válvulas, registros, filtros, etc., devem ser identificados na cor amarela.</p> <p><b>A cor vermelha não deve ser usada para assinalar perigo.</b></p>
Laranja	Preto	<p>É a cor empregada para indicar “perigo”. É utilizada, por exemplo, em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Partes móveis e perigosas de máquinas e equipamentos;</li> <li>b. Faces e proteções internas de caixas de dispositivos elétricos que possam ser abertas;</li> <li>c. Equipamentos de salvamento aquático, como boias circulares, coletes salva-vidas, flutuadores salva-vidas e similares.</li> </ul>
Amarelo	Preto	<p>É a cor usada para indicar “cuidado!”. É utilizada, por exemplo, em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Escadas portáteis, exceto as de madeira, nas quais a pintura fica restrita à face externa até a altura do 3º degrau, para não ocultar eventuais defeitos;</li> <li>b) Corrimãos, parapeitos, pisos e partes inferiores de escadas que apresentem riscos;</li> <li>c) Espelhos de degraus;</li> <li>d) Bordas de portas de elevadores de carga ou mistos,</li> </ul>

		<p>que se fecham automaticamente;</p> <p>e) Faixas no piso de entrada de elevadores de carga ou mistos e plataformas de carga;</p> <p>f) Meios-fios ou diferenças de nível onde haja necessidade de chamar atenção;</p> <p>g) Faixas de circulação conjunta de pessoas e empilhadeiras, máquinas de transporte de cargas, etc.;</p> <p>h) Faixas em torno das áreas de sinalização dos equipamentos de combate a incêndio;</p> <p>i) Paredes de fundo de corredores sem saída;</p> <p>j) Partes superiores e laterais de passagens que apresentem risco;</p> <p>k) Equipamentos de transporte e movimentação de materiais, como empilhadeiras, tratores, pontes rolantes, pórticos, guindastes, vagões e vago-netes de uso industrial, reboques, etc., inclusive suas cabines, caçambas e torres;</p> <p>l) Fundos de letreiros em avisos de advertência;</p> <p>m) Pilastras, vigas, postes, colunas e partes salientes de estruturas e equipamentos que apresentem risco de colisão;</p> <p>n) Cavaletes, cancelas e outros dispositivos para bloqueio de passagem;</p> <p>o) Pára-choques de veículos pesados de carga;</p> <p>p) Acessórios da rede de combate a incêndio, como válvulas de retenção, registros de passagem, etc.;</p> <p>q) Faixas de delimitação de áreas destinadas à armazenagem.</p>
Verde	Branco	<p>É a cor usada para caracterizar “segurança”. É empregada para identificar:</p> <p>a. Localização de caixas de equipamentos de primeiros</p>

		<p>socorros;</p> <p>b. Caixas contendo equipamentos de proteção individual;</p> <p>c. Chuveiros de emergência e lava-olhos;</p> <p>d. Localização de macas;</p> <p>e. Faixas de delimitação de áreas seguras quanto a riscos mecânicos;</p> <p>f. Faixas de delimitação de áreas de vivência (áreas para fumantes, áreas de descanso, etc.);</p> <p>g. Sinalização de portas de entrada das salas de atendimento de urgência;</p> <p>h. Emblemas de segurança.</p> <p><b>Obs: Nos equipamentos de soldagem oxiacetilênica, a mangueira de oxigênio deve ser de cor verde (e a de acetileno de cor vermelha).</b></p>
Azul	Branco	<p>É a cor empregada para indicar uma ação obrigatória, como, por exemplo:</p> <p>a. Determinar o uso de EPI;</p> <p>b. Impedir a movimentação ou energização de equipamentos (por exemplo: “Não ligue esta chave”, “Não acione”).</p>
Púrpura	Branco	<p>É a cor usada para indicar os perigos provenientes das radiações eletromagnéticas penetrantes e partículas nucleares. É empregada, por exemplo, em:</p> <p>a. Portas e aberturas que dão acesso a locais onde se manipulam ou armazenam materiais radioativos ou contaminados por materiais radioativos;</p> <p>b. Locais onde tenham sido enterrados materiais radioativos e equipamentos contaminados por materiais radioativos;</p>

		<p>c. Recipientes de materiais radioativos ou refugos de materiais radioativos e equipamentos contaminados por materiais radioativos;</p> <p>d. Sinais luminosos para indicar equipamentos produtores de radiações eletromagnéticas penetrantes e partículas nucleares.</p>
Branco	Preto	<p>a. Faixas para demarcar passadiços, passarelas e corredores pelos quais circulam exclusivamente pessoas;</p> <p>b. Setas de sinalização de sentido e circulação;</p> <p>c. Localização de coletores de resíduos;</p> <p>d. Áreas em torno dos equipamentos de socorros de urgência e outros equipamentos de emergência;</p> <p>e. Abrigos e coletores de resíduos de serviços de saúde.</p>
Preto	Branco	É a cor empregada para identificar coletores de resíduos, exceto os de origem de serviços de saúde.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1995).

## ANEXO B – INCOMPATIBILIDADE DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Reagente	Incompatível com:
Acetileno	Cloro, Bromo, Flúor, Cobre, Prata e Mercúrio.
Acetonitrila	Ácido Nítrico conc., Ácido Perclórico, Ac. Sulfúrico conc., Ácido Crômico, Peróxidos, Permanganatos e Nitratos.
Ácido Acético	Ácido Nítrico conc., Ácido Perclórico, Ac. Sulfúrico conc., Ácido Crômico, Peróxidos, Permanganatos e Nitratos.
Ácido Nítrico concentrado	Bases fortes, anilinas, compostos nitro-aromáticos, Sulfetode Hidrogênio, Ácido Acético, Eter Etílico, líquido e gases inflamáveis.
Ácido Perclórico	Enxofre, Bismuto e suas ligas, Álcoois, Anidrido ou ácido Acético, solventes e combustíveis, papel / madeira.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, Percloratos, Permanganatos de Potássio (e de Lítio e Sódio), Bases, Picratos, Nitratos, pós metálicos e solventes.
Anilina	Ácido nítrico, Peróxido de Hidrogênio.
Bromo	Hidróxido de Amônio, Benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, Hidrogênio e pós metálicos.
Carvão ativo	Dicromatos, permanganatos, Hipoclorito de Cálcio, Ácidos nítrico e sulfúrico.
Cianetos	Ácidos
Cloratos e Percloratos	Sais de amônio, metais em pó, matérias orgânicas particuladas, enxofre, ácidos fortes, álcoois e combustíveis.
Cloreto Mercúrico (Hg-II)	Sulfitos, Hidrazina, aminas, ácidos fortes, bases fortes, fosfatos e carbonatos.

Cloro	Idem Bromo.
Cobre (metálico)	Peróxido de Hidrogênio, Acetileno.
Dicromato de Potássio	Alumínio, materiais orgânicos inflamáveis, Acetona, Hidrazina, Enxofre e Hidroxilamina.
Éter etílico	Ácidos (níttrico e perclórico), Peróxido de Sódio, Cloro e Bromo.
Etileno glicol	Ácido Perclórico, Ácido Crômico, Permanganato de Potássio, Nitratos, Bases fortes e Peróxido de Sódio.
Formaldeído	Peróxidos e oxidantes fortes, Bases fortes e ácidos.
Fósforo	Enxofre, Compostos Oxigenados (Nitratos, Permanganatos, Cloratos e Percloratos).
Hidrocarbonetos (Hexano, Tolueno, GLP etc.)	Ácido Crômico, Peróxidos, Flúor, Cloro, Bromo, Percloratos e outros oxidantes fortes.
Hidróxido de Amônio	Ácidos, Oxidantes fortes, Peróxidos, Cloro e Bromo.
Hidróxido de Sódio	Ácidos, Oxidantes fortes, Peróxidos, Cloro e Bromo.
Hidróxido de Sódio	Ácidos, Solventes Clorados, Oxidantes fortes.
Hidróxido de Potássio	Ácidos, Solventes Clorados, anidrido maleico e acetaldeído.
Iodeto de Potássio	Clorato de Potássio, Bromo, Oxidantes fortes, Sais de diazônio.
Iodo	Acetileno, Hidróxido de Amônio e Hidrogênio.
Líquidos Inflamáveis (álcoois, cetonas etc.)	Ácido Nítrico, Nitrato de Amônio, Peróxidos, Hidrogênio, Fluor, Cloro, Bromo e Óxido de Cromo (VI)
Metais Alcalinos (Na, K, Li)	Água, Halogênios, Tetracloreto de Carbono.
Nitrato de Amônio	Ácidos, pós metálicos e pós orgânicos,

	cloretos, Enxofre, Hipoclorito e Perclorato de Sódio, Dicromato de Potássio.
Óxido de Cromo (VI)	Ácido Acético, Glicerina, Líquidos Inflamáveis e Naftaleno.
Prata Metálica	Acetileno, Ácido Oxálico e Ácido Tartárico.
Peróxido de Hidrogênio	Álcoois, Anilina, Cloreto Estanhoso, Cobre, Cromo, Ferro, sais metálicos, Nitrometano e líquidos inflamáveis.
Peróxido de Sódio	Ácido ou Anidrido Acético, Etanol, Metanol, Etileno glicol, Acetatos orgânicos, Benzaldeído e Furfural.
Permanganato de Potássio	Glicerina, Etileno glicol, Benzaldeído, Ácido Sulfúrico e solventes orgânicos.
Tetracloro de Carbono	Metais (Al, Be, Mg, Na, K e Zn), Hipoclorito de Cálcio, Álcool Alílico, Dimetilformamida e Água (forma gases tóxicos).

Fonte: CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV (2009)

## ANEXO C – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO PARA ESTERILIZAÇÃO COM AUTOCLAVE

Nome do equipamento:

Data de edição do POP:

Responsável:

1. Abrir a tampa da autoclave e colocar água destilada na caldeira até cobrir o descanso do cesto (fundo da autoclave), caso seja necessário;
2. Ligar a chave geral de energia;
3. Introduzir o material a ser esterilizado;
4. Fechar a tampa apertando por igual os manipuladores opostos;
5. Abrir a válvula de vapor e ligar a chave seletora na posição calor máximo 120°C;
6. Aguardar a saída de vapor na mangueira, em seguida fechar a válvula de vapor;
7. Atingida a pressão de trabalho, girar a chave seletora para posição o calor médio;
8. Iniciar a contagem do tempo;
9. Tempo de esterilização para meio de cultura: 12 a 15 minutos;
9. Tempo para esterilização de vidraria, água e descontaminação de material: 45 a 50 minutos;
10. Terminado o tempo de esterilização, desligar a chave comutadora. Esperar que o ponteiro do manômetro desça até o zero e, então, abrir a válvula de vapor;
11. Aguardar cinco minutos e abrir a tampa e retirar o material.