

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
ESCOLA DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

ADRIANO NOGUEIRA DIAS

**ANÁLISE DE RISCO EM LABORATÓRIO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA:
ESTUDO DE CASO**

**RIO DE JANEIRO
2020**

ADRIANO NOGUEIRA DIAS

ANÁLISE DE RISCO EM LABORATÓRIO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA:
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como requisito parcial necessário à obtenção da Graduação em Engenharia de Bioprocessos.

Orientadores:

Prof.^a Andrea Medeiros Salgado, D. Sc.

Prof. Carlos André Vaz Júnior, D. Sc.

RIO DE JANEIRO
2020

ADRIANO NOGUEIRA DIAS

ANÁLISE DE RISCO EM LABORATÓRIO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA:
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como requisito parcial necessário à obtenção da Graduação em Engenharia de Bioprocessos.

Aprovado por:

Profa. – Orientadora Andrea Medeiros Salgado, D Sc

Prof. – Co-Orientador Carlos André Vaz Junior

Prof. Avaliador Priscilla Filomena Fonseca Amaral

Prof. Avaliador Kese Alberton

AGRADECIMENTOS

RIO DE JANEIRO
2020

Aos meus amados pais, aos quais direciono meu agradecimento e dedico o mais profundo respeito. Sem vocês eu jamais alcançaria tantas vitórias.

À minha orientadora, Andrea Medeiros Salgado, cuja dedicação, paciência e competência foram essenciais para chegar ao fim desta jornada.

Ao meu co-orientador, Carlos André Vaz Junior, pela dedicação, paciência e por todas as sugestões e direcionamentos ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Meu agradecimento se estende também à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a seus funcionários e docentes, especialmente, à responsável pelo laboratório, local de estudo, que disponibilizou sua atenção e tempo para garantir que a pesquisa de campo recebesse a contribuição necessária à análise de riscos.

RESUMO

DIAS, Adriano Nogueira. ANÁLISE DE RISCO EM LABORATÓRIO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA: Estudo de Caso. Rio de Janeiro, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia de Bioprocessos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

Os laboratórios de ensino em universidades apresentam diversos riscos aos seus usuários, o que pode levar a ocorrência de acidentes. Desse modo, é preciso conhecer os riscos associados às atividades do laboratório para propor medidas preventivas de segurança com o objetivo de evitar acidentes e garantir a saúde e segurança dos usuários. Este estudo teve como objetivo identificar, avaliar e propor medidas de segurança para os riscos presentes no laboratório de graduação de Fundamentos da Engenharia Bioquímica da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para tanto, foi elaborado um check-list baseado em normas de segurança e um questionário que foi aplicado ao responsável do laboratório. Esse método se mostrou eficiente para a identificação das maiores deficiências relacionadas com a sinalização, estrutura física, materiais e equipamentos e proteção contra incêndio encontradas, e permitiu a proposta de medidas de controle.

Palavras-chave: Laboratório de Engenharia Bioquímica. Riscos Ocupacionais. Medidas Preventivas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

		Pág.
Figura 1	Distribuição geográfica dos acidentes de trabalho	16
Figura 2	Grupos de Agentes Causadores de Acidentes de Trabalho	17
Figura 3	Acidente no laboratório da Universidade de Tecnologia do Texas	22
Figura 4	POP de utilização de autoclave	32
Figura 5	Sinalização de obrigação em laboratório	33
Figura 6	Sinalização de emergência em laboratório	34
Figura 7	Sinalização de proibição em laboratório	34
Figura 8	Sinalização de perigo em laboratório	35
Figura 9	Rótulo de produto químico	36
Figura 10	Pictogramas de perigo em produtos químicos	36
Figura 11	Seções da FISPQ do Ácido Sulfúrico	37
Figura 12	Questionário	45
Figura 13	Procedimentos para o uso de pipetas	58
Figura 14	Procedimento para lavagem das mãos	60
Figura 15	Sinalização de nível de risco biológico	64
Figura 16	Sinalização de emergência	64
Figura 17	Sinalização de obrigação, alerta e proibição	65

LISTA DE QUADROS

	Pág.	
Quadro 1	Classes de risco dos agentes biológicos	21
Quadro 2	Tipos de EPI	41
Quadro 3	Planejamento de higiene de superfícies e equipamentos	59

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BPL	Boas Práticas de Laboratório
CIBio	Comissão interna de Biossegurança
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNBS	Conselho Nacional de Biossegurança
CSB	Cabine de Segurança Biológica
DEB/EQ	Departamento de Engenharia Bioquímica da Escola de Química
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IQ – USP	Instituto de Química da Universidade de São Paulo
NR	Norma Regulamentadora
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
POP	Procedimento Operacional Padrão
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
UFMS	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	100
1.1 Introdução	100
1.2 Objetivos	122
1.2.1 Objetivo Geral	122
1.2.2 Objetivos Específicos	122
CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	144
2.1 Conceitos de risco e análise de risco.	144
2.2 Acidentes de trabalho no Brasil.....	155
2.3 Riscos em laboratórios de graduação e pesquisa.....	Erro! Indicador não definido.7
2.4 As regulamentações de riscos à saúde e segurança do trabalho .	Erro! Indicador não definido.3
2.5 Boas práticas de laboratório (BPL).....	Erro! Indicador não definido.7
2.5.1 Estrutura física.....	Erro! Indicador não definido.8
2.5.2 Planejamento das atividades.....	30
2.5.3 Manuseio dos equipamentos.....	30
2.5.4 Sinalização.	32
2.5.5 Rotulagem e armazenamento de substâncias químicas.	35
2.5.6 Prevenção aos riscos de exposição a agentes biológicos....	Erro! Indicador não definido.8
2.5.7 Medidas protetivas.	Erro! Indicador não definido.9
2.5.8 Resíduos.	42
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA	43
3.1 O check-list e questionário.	4Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E SUGESTÕES	45
4.1 O questionário e as respostas obtidas.	45
4.2 Estrutura física do laboratório.....	54
4.3 Planejamento das atividades do laboratório.....	56
4.4 Equipamentos do laboratório.....	61

4.5 Medidas de proteção: EPI e EPC.....	62
4.6 Sinalização do laboratório	63
4.7 Produtos químicos no laboratório.....	65
5 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS.....	68

CAPÍTULO 1: APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1.1 Introdução

Existem cinco tipos de agentes de riscos aos quais os trabalhadores podem ser expostos, sendo eles: riscos químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Os riscos podem ser causados por diversos fatores e eles podem variar dependendo de sua natureza, concentração, magnitude e tempo de exposição. Nesse sentido, a existência desses riscos no ambiente é capaz de causar danos à saúde e integridade física das pessoas que o frequentam e desequilibrar seu estado físico, mental e social. Os danos não estão restritos às situações que podem gerar acidentes, aplicando-se a todas elas (Benatti, 2000).

Os laboratórios de graduação e pesquisa das universidades são locais que apresentam esses riscos. Além disso, eles possuem características particulares como a diversidade de atividades neles realizadas e a grande rotatividade de alunos, professores, técnicos, estagiários, pesquisadores e etc. De acordo com o Serviço especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do trabalho – SESMT – que é regulamentado pela Norma Regulamentadora 4 (NR4), os laboratórios de ensino e pesquisa são locais perigosos e considerados insalubres, pois os profissionais estão em direto contato com reagentes e produtos químicos, com a manipulação de micro-organismos e equipamentos com alto risco (DE SOUZA DANTAS et al., 2013).

Os riscos individuais e coletivos presentes em laboratórios de graduação e pesquisa são causados por múltiplos fatores. A manipulação e contato com produtos químicos está diretamente ligada ao risco químico. Os danos à saúde podem acontecer pela absorção dos produtos em contato direto com a pele, pela inalação de gases, fumaças, vapores, poeiras, ou pela ingestão de substâncias tóxicas. Já os riscos físicos estão relacionados às condições físicas do local e com os equipamentos. Eles podem gerar condições de temperatura e umidade, vibrações, ruídos, radiações, etc. Riscos biológicos são causados pelo contato e manipulação de bactérias, fungos, vírus, entre outros agentes biológicos, que podem ser capazes de produzir doenças infecciosas por contaminação. Finalmente, os trabalhos repetitivos assim como a má postura na utilização de assentos ou de altura das

bancadas são fatores de risco para os riscos ergonômicos (TEIXEIRA, VALLE, 1996).

Os profissionais que atuam em laboratórios precisam desenvolver suas atividades com muita cautela, é preciso alto nível de conscientização e capacitação, de modo a auxiliar no controle e prevenção de acidentes durante a realização de suas atividades. Para tal, faz-se necessário seguir políticas, procedimentos, instruções, normas e legislações que possibilitem avaliar os riscos iminentes e promovam o controle nos casos de situações emergenciais.

Nesse sentido, Gouveia (2014, p. 1) afirma que “as normas e rotinas operacionais servem para definir regras mínimas de segurança e qualidade das atividades desenvolvidas nos laboratórios, exigindo compromisso e disciplina por parte de todos os usuários”. Deste modo, é possível criar medidas eficazes de tratamento e prevenção limitando os riscos em potencial, começando por identificar quais riscos de acidentes podem ocorrer em laboratórios de bioquímica. Para Brasil (1994), risco de acidente refere-se a “qualquer fator que coloque o trabalhador em situação de perigo e possa afetar sua integridade, bem estar físico e moral. São exemplos de riscos de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, ferramentas inadequadas sem proteção, iluminação inadequada, fios condutores de eletricidade expostos.”.

Portanto, é necessário a maior atenção e cuidado ao realizar atividade que manipulem produtos químicos. Seu potencial de perigo requer grande concentração de quem os manipule, evitando distrações, principalmente com substâncias que podem ser corrosivas, voláteis ou inflamáveis. O perigo torna-se ainda maior quando a manipulação envolve o uso de chama e todos os cuidados devem ser tomados. A regra de que toda substância desconhecida em um laboratório é potencialmente perigosa até que se prove o contrário é uma diretriz que deve ser sempre seguida (SBF, 2019).

Medidas preventivas podem ser aplicadas a fim de se evitar riscos de acidentes em laboratórios, como por exemplo: classificar os produtos químicos com relação ao risco e Fichas de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ); sinalizar as medidas de Segurança e o Mapa de Riscos (MR); fazer uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's); realizar o

armazenamento adequado dos Produtos Químicos e Segregação de Resíduos; parametrizar produtos inflamáveis; determinar e seguir os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP's), entre outros.

O trabalho em laboratório exercido de forma adequada e bem planejada previne acidentes e a exposição indevida a fatores causadores de riscos à saúde dos usuários. Assim, condições mínimas de segurança devem ser tomadas para mitigar os riscos envolvidos nas atividades de laboratório. Muitas ações são complexas e custosas. Outras são simples e de pequeno custo e, da mesma maneira, aumentam a segurança dos laboratórios.

Ao longo deste trabalho serão apresentados alguns dos muitos procedimentos estabelecidos a fim de se evitar acidentes ou, em sua ocorrência, minimizar os impactos causados aos ambientes laborais ou aos profissionais que atuam nesses espaços. Sob essa perspectiva, considerando a relevância de se evitar riscos operacionais, as análises realizadas neste estudo versam sobre as atividades realizadas no Laboratório de Fundamentos da Engenharia Bioquímica - DEB - da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral, o presente trabalho pretende avaliar os riscos ocupacionais identificados nas atividades realizadas no Laboratório de Fundamentos de Engenharia Bioquímica - DEB - da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ).

1.2.2 Objetivos Específicos

Foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Discorrer sobre conceitos e caracterizações dos potenciais riscos identificados nos laboratórios de engenharia bioquímica;
- ✓ Identificar os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP's) existentes;
- ✓ Determinar os riscos inerentes ao laboratório de engenharia bioquímica;

- ✓ Apresentar resultados com base em *Checklist* elaborado para levantar dados sobre os riscos;
- ✓ Sugerir medidas preventivas que contribuam na prevenção de riscos e danos encontrados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lucchese (2001) diz que “o início do século XX foi marcado por grandes avanços científicos, cujas aplicações, principalmente após a Segunda Guerra, produziram novas tecnologias e trouxeram consigo também novos riscos à saúde.”.

Compreender os riscos existentes no ambiente de trabalho é essencial para que as atividades sejam realizadas de forma correta, evitando assim que os trabalhadores sejam expostos a riscos que podem causar danos à sua integridade física. Este capítulo discorre sobre os tipos de riscos identificados em laboratórios e seus respectivos agentes, além de indicar as regulamentações, medidas e procedimentos que podem ser aplicados para evitá-los.

2.1 Conceitos de Risco e de Análise de Risco

Risco é a medida de danos à vida humana, ao meio ambiente ou perda econômica resultante da combinação entre frequência de ocorrência do evento e a magnitude das perdas ou danos (CROLW e LOUVAR, 2015). Para Porto (2000), é recomendável relacionar ao risco as diferentes significações já que na aplicabilidade isso representa diferença de compreensão, o qual interfere no modo de organizar e implementar as ações de prevenção.

Isto é importante porque outras áreas podem definir risco de maneira diferente, como na gestão de qualidade em que risco é o efeito sobre a incerteza, ou seja, o desvio positivo ou negativo relacionado ao resultado esperado de um processo ou projeto (ISO 9001, 2015). Nessa área, os riscos também podem ser positivos, traduzindo-se como verdadeiras oportunidades. Mas, não é o caso da segurança, onde o risco está diretamente ligado ao dano.

Conseqüentemente, torna-se muito importante conhecer esses riscos para mitigá-los. NAVARRO (2009) diz que agentes de risco podem causar grandes danos à saúde, sendo de extrema importância sua identificação e controle. Para isso, faz-se necessário ter uma visão crítica e hipotética do local de interesse e, dessa maneira, contribuir para a avaliação, aceitação e tratamento dos riscos envolvidos.

Nesse contexto, a análise risco é fundamental para que todos esses objetivos sejam alcançados. Análise de risco é o uso organizado e metodológico de informações com a finalidade de identificar as fontes, estimar e dimensionar os

riscos (ABNT NBR ISO/IEC GUIA 73, 2005). Duas vertentes de análise de risco podem ser seguidas. Na análise de risco qualitativa, busca-se identificar e apontar quais são os riscos e onde eles estão localizados na área de interesse. Cada risco é separado, de acordo com suas características, em grupos diferentes que serão apresentados mais adiante. Já na análise quantitativa, procura-se mapear a quantidade, frequência e intensidade de todos os riscos identificados na análise qualitativa. Produzindo dados estatísticos que indiquem as ameaças mais importantes e mais recorrentes no local (ABNT NBR ISO/IEC GUIA 73, 2005).

Um exemplo de estratégia para avaliação de riscos é:

- ✓ Descrever as atividades
- ✓ Identificar os perigos
- ✓ Determinar os riscos
- ✓ Preparar um plano de ação para controle de risco
- ✓ Implantar as medidas de controle
- ✓ Monitorar e controlar as medidas de controle
- ✓ Revisar a adequação e melhorar as medidas de controle

2.2 Acidentes de Trabalho no Brasil

A análise de riscos está diretamente ligada à área de segurança do trabalho e aos acidentes de trabalho. Acidente de trabalho é definido como aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou redução da capacidade para o trabalho (Observatório de Segurança e Saúde no trabalho, 2018).

A segurança no trabalho sempre foi uma questão importante no Brasil e, em 2018, o Ministério Público do Trabalho (MPT) divulgou que o país é o 4º lugar no ranking mundial de acidentes de trabalho. Juntamente com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), eles desenvolveram a plataforma Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho que atualiza em tempo real o registro de acidentes laborais no país.

Em 2018, o Brasil registrou 623,8 mil notificações de acidentes de trabalho para a população com vínculo de emprego regular. No mapa a seguir, apresenta-se

a perspectiva comparativa dos Estados. A escala de cores varia do branco (menos notificações) para o vermelho (mais notificações). São Paulo é o estado com mais notificações, 35% do total. Seguido por Minas gerais e Rio grande do Sul com 10% e 8% do total, respectivamente. O Rio de Janeiro é o 6º com mais notificações de acidentes de trabalho, totalizando 40.548 notificações em 2018.

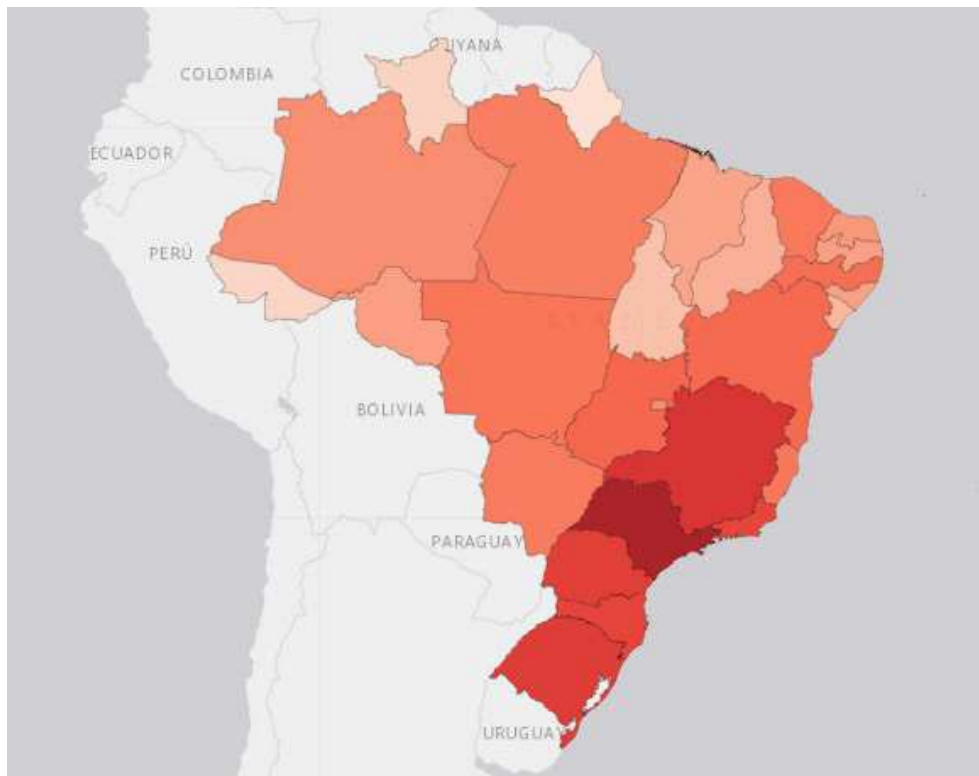


Figura 1. Distribuição Geográfica dos Acidentes de Trabalho (CATWEB, 2020)

Os acidentes de trabalho também geram custos para a previdência porque são concedidos benefícios previdenciários acidentários – Auxílio doença por acidente de trabalho (B91) - aos trabalhadores que precisam ficar afastados de suas funções. O número de concessões de benefícios previdenciários no Brasil para a população com vínculo de emprego regular foi de 154,8 mil em 2018 (INSS – Instituto nacional do seguro social).

Isso gerou um gasto de R\$ 2,3 bilhões no ano de 2018 e um acúmulo de gasto com o benefício de auxílio-doença por acidente de trabalho (B91) de R\$ 15,6 bilhões de 2012 até 2018 (INSS – SUB/Maciça). Em um cenário em que a reforma da previdência foi o principal assunto dos últimos anos no país, esses valores

confirmam a importância do tema e a necessidade de análise dos riscos que podem provocar esses acidentes.

Quando analisamos o perfil dos casos de acidentes de trabalho em 2018 temos que os agentes causadores de acidentes em sua maioria são as quedas do mesmo nível e máquinas e equipamentos com 14% dos casos cada um. Os agentes químicos representam 13% dos casos, os agentes biológicos 12% e os agentes físicos menos de 1%. Esses agentes somados correspondem a 1.210.041 casos de acidentes em 2018.

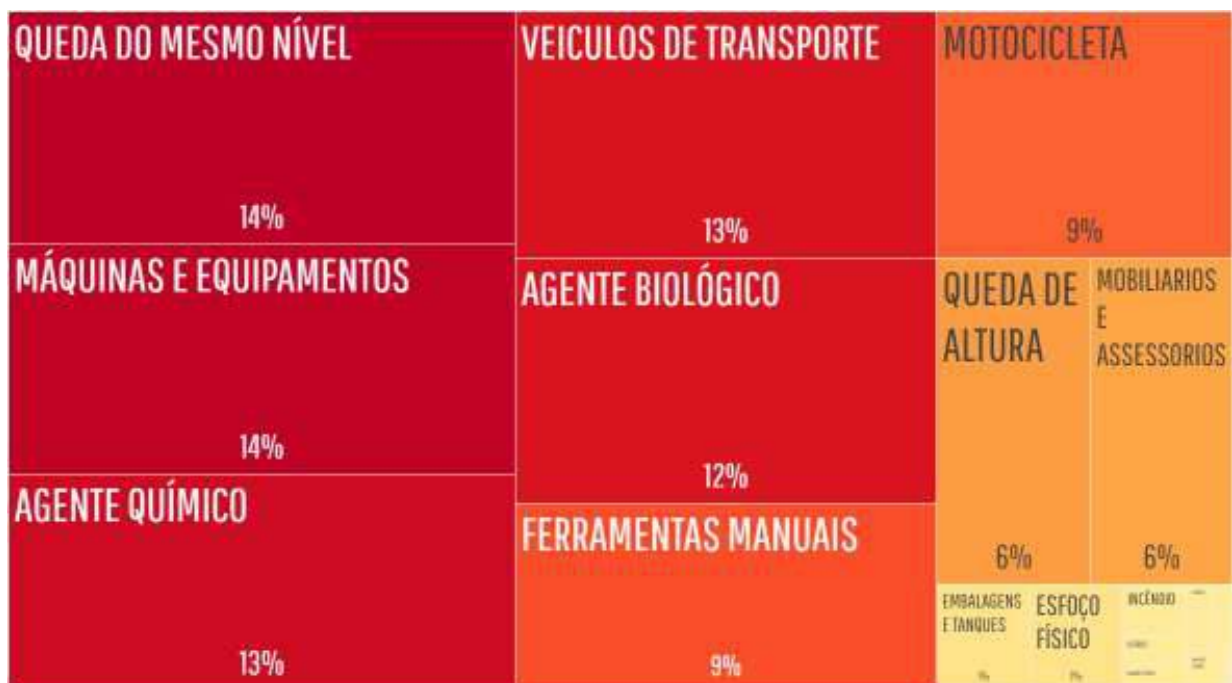


Figura 2. Grupos de Agentes Causadores de Acidentes de Trabalho (CATWEB, 2018)

Muitos desses agentes causadores de acidentes estão presentes nos laboratórios de ensino e pesquisa das universidades. Portanto são locais que requerem um planejamento e gerenciamento dos riscos neles presentes.

2.3 Riscos em Laboratórios de Graduação e Pesquisa

Os laboratórios de graduação e pesquisa possuem características particulares que podem gerar riscos e, portanto precisam ser gerenciadas. Dentre elas estão o grande rodízio de pessoas que os frequentam e as variadas atividades que são realizadas. De acordo com o Serviço especializado em Engenharia de Segurança e

em Medicina do trabalho – SESMT – que é regulamentado pela Norma Regulamentadora 4 (NR4), os laboratórios de ensino e pesquisa são locais perigosos e considerados insalubres, pois os profissionais estão em direto contato com reagentes e produtos químicos, com a manipulação de micro-organismos e equipamentos com alto risco (DE SOUZA DANTAS et al., 2013).

As principais causas de acidentes em laboratórios são (CARVALHO, 2000):

- ✓ Falha humana, excesso de confiança e sobrecarga de trabalho.
- ✓ Despreparo para enfrentar situações de emergência.
- ✓ Pouca ou nenhuma conscientização sobre segurança.
- ✓ Desrespeito ou desconhecimento das normas de segurança.
- ✓ Falta de manutenção preventiva de equipamentos e defeitos de origem elétrica.
- ✓ Armazenamento, conservação e manipulação inadequada de produtos químicos.
- ✓ Falta de equipamentos de proteção individual e coletivo
- ✓ Falta de planejamentos de tarefas desenvolvidas
- ✓ Transferência de inflamáveis sem proteção suficiente.
- ✓ Improvisos nos procedimentos de risco e condições inseguras de trabalho.

Agente de risco é qualquer componente de natureza física, química ou biológica que possa comprometer a saúde do Homem, dos animais, do ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos. (Ministério do trabalho, Portaria nº 3.214 de 08/06/78). NAVARRO (2009) diz que agentes de risco podem causar grandes danos à saúde do trabalhador, sendo de extrema importância sua identificação e controle. Observa-se que a regulamentação que classifica os agentes de risco é estabelecida pela Norma Regulamentadora número 9 (NR-9), e, para efeito dessa NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

De acordo com a legislação vigente, na Portaria nº. 3.214, do Ministério do Trabalho do Brasil, de 08/06/1978, os riscos no ambiente laboral podem ser

classificados em cinco tipos de risco: Acidentes, Ergonômicos, Físicos, Químicos e Biológicos.

Riscos Físicos – referem-se às diversas formas de energia ou condições físicas que os trabalhadores possam estar expostos. Como por exemplo, umidade, temperatura, pressão, ruído, vibração, radiação, etc.

As radiações, embora menos comuns, são especialmente importantes quando do uso de materiais radioativos ou de equipamentos que emitam radiações como Raio-X, ou radiação ultravioleta ou infravermelha.

A condição de umidade ideal do ambiente de laboratório é de 60-65% a temperatura de 20°C. A partir de 70% de umidade, aumenta a chance de proliferação de fungos. Ambientes com umidade excessiva precisam de proteção especial como máscaras e roupas impermeáveis.

Os ruídos podem ser prejudiciais pelo incômodo, fadiga, perturbação ou até mesmo pela dor que causam. A norma nº 10.152 da ABNT estabelece o limite de 60 decibéis para a condição adequada de trabalho. O ruído de 85 decibéis é indicado como prejudicial para uma exposição máxima de 8 horas por dia. Mas sons acima dos 65 decibéis já são capazes de contribuir para o aumento de insônia, estresse e irritabilidade. Laboratórios com muitos equipamentos como centrífugas, trituradores, bombas e autoclaves são mais suscetíveis aos riscos provocados por ruídos.

A temperatura também é um fator de risco importante, pois pode causar graves queimaduras. Dentre os equipamentos no laboratório que geram calor ou chamas estão as estufas, bico de Bunsen, incubadoras, esterilizadoras e autoclaves. Outros equipamentos também são importantes, mas agora, pela sua baixa temperatura como freezers, câmaras frias, congeladores de baixa temperatura por CO₂ ou nitrogênio. Neles as temperaturas podem ser de -70°C até -160°C.

A pressão torna-se relevante, principalmente, no uso dos equipamentos de autoclave que operam em alta temperatura e pressão, e representam um grande risco.

Riscos químicos – consideram-se agentes de risco químico as substâncias simples, compostas ou produtos químicos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, gases, névoas ou vapores, ou que, seja pela natureza da atividade ou de exposição, possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (HIRATA e MANCINI

FILHO, 2002). Acidentes de laboratório com substâncias químicas são os mais comuns e são bastante perigosos.

Podemos agrupar as substâncias que provocam riscos químicos em aquelas que são contaminantes do ar, aquelas que são tóxicas, que são explosivas, aquelas que são irritantes e nocivas, que são corrosivas, aquelas que são líquidos voláteis e as substâncias inflamáveis (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002).

Riscos biológicos – decorrem da manipulação de agentes ou materiais biológicos. De acordo com a NR-09 (Portaria MTE n.º 1.471, de 24 de setembro de 2014), no item 9.1.5.3, são considerados agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros. Esses agentes de biológicos podem ser distribuídos em 4 classes diferentes por ordem crescente de risco. Esses níveis de biossegurança foram criados pelo Centro de Controle de Prevenção de Doenças dos EUA (CDC) e são uma maneira de classificar a periculosidade desses agentes.

Quadro 1. Classes de Risco dos Agentes Biológicos

Classe de Risco	Especificação
Nível 1	Baixo risco individual e para a coletividade, pois os agentes biológicos são conhecidos por não causarem doenças. Exemplo: <i>Lactobacillus SP</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .
Nível 2	Moderado risco individual e limitado risco para a comunidade. Inclui os agentes que provocam infecções, mas o potencial de propagação na comunidade e disseminação no meio ambiente é limitado e para os quais existem medidas terapêuticas e profiláticas eficazes. Exemplo: <i>Cryptococcus neoformans</i> e <i>Tripanossoma cruzi</i> .
Nível 3	Alto risco individual e moderado risco para a comunidade porque os agentes biológicos possuem capacidade de transmissão por via respiratória e que causam patologias, potencialmente letais, para as quais existem usualmente medidas de tratamento e/ou de prevenção. Podem se propagar de pessoa a pessoa. Exemplo: <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i> .
Nível 4	Alto risco individual e para a comunidade. Inclui os agentes biológicos com grande poder de transmissão por via respiratória ou de transmissão desconhecida. Causam doenças de alta gravidade, com alta capacidade de disseminação na comunidade e no meio ambiente. Não há nenhuma medida profilática ou terapêutica eficaz. São principalmente os agentes virais ou vírus. Exemplo: <i>Vírus Ebola</i> , <i>Lassa virus</i> .

Fonte: BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010

Riscos ergonômicos – causados por fatores que possam interferir nas características psicofisiológicas, causando desconforto ou afetando a saúde. Estão relacionados às alturas das bancadas, bordas arredondadas e local para encaixe das pernas, encosto para a região lombar e etc. Os riscos ergonômicos são associados às lesões por esforço repetitivo e doenças osteomusculares relacionadas com o trabalho (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002). Além dos esforços físicos e levantamento de peso, também envolvem questões psicossociais como ter

atenção permanente, pressão ou ritmo intenso de trabalho, monotonia e repetitividade (FIOCRUZ, 2010).

Riscos de Acidentes – São os riscos associados a máquinas e equipamentos sem proteção, a probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado de produtos, manuseio de equipamentos e instrumentos de vidro ou perfuro-cortantes (FIOCRUZ, 2010).

Acidentes são eventos não planejados e indesejáveis, ou uma sequência de eventos que geram consequências indesejáveis (CROLW e LOUVAR, 2015). E aqueles que acontecem em laboratórios podem ter graves consequências. Como um acidente que aconteceu na Universidade de Tecnologia do Texas nos EUA - Texas Tech University - em 2010. Na ocasião, um aluno de graduação do departamento de química e bioquímica ficou ferido. Ele sofreu queimaduras nas mãos e no rosto, além de machucar um dos olhos e perder três dedos (U.S. CBS, 2011).



Figura 3. Acidente no laboratório da Universidade de Tecnologia do Texas (U.S. CBS, 2011)

Outro acidente em laboratório aconteceu no Laboratório Multiusuário do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, do Centro de Tecnologia, na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nesse caso, três pessoas ficaram feridas. Uma delas com queimaduras de 1º e 2º graus na face, no tórax e membro superior. O potencial e a gravidade de dano observados nesses casos demonstram a

importância do tema de segurança em laboratórios.

2.4 As Regulamentações de Riscos à Saúde e Segurança do Trabalho

Segundo Hood; Rothstein; Baldwin (2004, apud NAVARRO, 2009, p. 40) “a regulamentação de riscos à saúde é entendida como uma interferência governamental no mercado ou em processos sociais, com o propósito de controlar consequências potencialmente danosas à saúde.”.

Já Lucchese (2001) afirma que “o modelo do sistema regulamentador, implantado em cada país, depende de conjunturas políticas, econômicas e sociais. Assim, na década de 1970, enquanto os países europeus exerceram, inicialmente, seu poder regulatório, por meio dos órgãos da administração direta do Estado, os Estados Unidos exerceram o poder, principalmente, através de agências independentes e especializadas. Até 2001, a maioria dos países da União Europeia utilizava o modelo de agências reguladoras que chegou ao Brasil no final da década de 1990.”.

Ainda de acordo com Navarro (2009, p. 41) os reflexos econômicos e sociais relacionados às primeiras ações regulamentadoras mostraram que o processo de definição e regulação de riscos é um exercício de poder, carregado de interesses e concepções político, econômico e social, podendo influenciar fortemente na alocação de recursos públicos e privados de uma nação.

Ao se falar de regulamentos, deve-se compreender que o Ministério do Trabalho do Brasil era o responsável por regulamentar as normas que regem a saúde e segurança no ambiente ocupacional, as NRs (Normas Regulamentadoras). Em janeiro de 2019 o Ministério foi extinto oficialmente e suas atribuições foram divididas entre os Ministérios da Economia, o Ministério da Cidadania e o Ministério da Justiça e Segurança Pública. As atribuições de segurança e saúde no trabalho, atualmente, estão a cargo de uma secretaria especial vinculada ao Ministério da Economia. Independentemente de ter sido extinto, as normas do Ministério do Trabalho, enquanto não expressamente revogadas, continuam a vigorar. Portanto a Portaria Nº 3.214 de 1978 do Ministério do Trabalho que aprova as Normas Regulamentadoras (NRs) continua válida.

Nesse sentido, é preciso compreender que as Normas Reguladoras (NRs) relativas à segurança e saúde do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas públicas e privadas e pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, bem como pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, que inclui as universidades públicas. O não cumprimento das disposições legais e regimentares sobre segurança e saúde no trabalho submete o empregador à aplicação das penalidades previstas na legislação oportuna.

Na Contemporaneidade deste trabalho, as Normas reguladoras (NRs) estão divididas e numeradas de 1 a 37. Em julho de 2019, o Ministério da Economia revogou a NR-2 e revisou as NR-1 e NR-12. Algumas Normas Regulamentadoras são especialmente importantes para este trabalho e as citaremos resumidamente a seguir.

A NR-1 refere-se à disposição geral das Normas Reguladoras. Nela é determinado que essas disposições sejam de observância obrigatória pelas empresas públicas e privadas, pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, e pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário. Também está presente na norma que o não cumprimento das disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho acarretará ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação.

A NR-4 estabelece que todos os entes acima mencionados, conforme o grau de risco de sua atividade principal e o seu número de empregados, deverão constituir o Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do trabalho – SESMT, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.

Já a NR-5 estabelece a formação de uma Comissão Interna de prevenção de Acidentes (CIPA). Sua formação deve ocorrer em qualquer empresa ou instituição que podem admitir trabalhadores. Empresas que possuem no mínimo vinte empregados são obrigadas a manter a CIPA. A realização do treinamento da CIPA aumenta a conscientização de prevenção dos acidentes e das doenças de trabalho, de modo a assegurar um local de trabalho apropriado para as funções que serão exercidas.

A NR-6 é de extrema importância, pois define que a empresa é obrigada a fornecer a seus empregados, gratuitamente, os Equipamentos de proteção Individual

(EPI) adequados aos riscos do trabalho. Com o fim de resguardar a segurança, a saúde e a integridade física dos trabalhadores, esses equipamentos devem estar em perfeito estado de conservação e funcionamento.

A NR-7 introduz os Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) que tem o objetivo de promover e preservar a saúde dos trabalhadores. O PCMSO a ser implantado deverá ter caráter de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados aos trabalhos, de acordo com o grau de risco do trabalho exercido. Também constatarão a existência de casos de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores.

A NR-9 determina a obrigatoriedade de elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados. Esse programa tem a finalidade da prevenção da saúde e integridade dos trabalhadores por meio da antecipação, do reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, considerando a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

As NR-15 e 16 descrevem as atividades, operações e agentes insalubres e perigosas que possam oferecer algum risco à saúde dos trabalhadores. Em seus anexos encontramos os limites de tolerância para ruídos, limites de tolerância para a exposição ao calor, radiações ionizantes e não ionizantes, vibrações, frio, umidade, agentes químicos e agentes biológicos.

A NR-17 regulamenta os critérios de ergonomia para garantir a saúde, segurança e conforto do trabalhador. É função do setor de segurança do trabalho estruturar um ambiente ergonomicamente apto para o desempenho das funções. A ergonomia do ambiente está relacionada a um conjunto de doenças denominados de Lesões por Esforços Repetitivos (LER) ou Distúrbios Osteomusculares (DORT).

As NR-19, 20 e 23 tratam, respectivamente, sobre materiais explosivos; materiais inflamáveis e combustíveis; e medidas de proteção contra incêndios. Todas com disposições sobre armazenamento, manuseio, transporte e de medidas que visam à proteção da saúde dos trabalhadores.

A NR-25 refere-se a medidas preventivas relacionadas à destinação final de resíduos industriais. Ela estabelece que é proibido o lançamento ou a liberação de

quaisquer contaminantes gasosos, direta ou indiretamente, que ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos na NR-15.

Já a NR-26 trata da sinalização de segurança, com o objetivo de fixar cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes. Identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando tubulações de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

A NR-32 cuida da segurança dos profissionais da área da saúde, não apenas da área hospitalar, mas também do ensino e da pesquisa. Nesta norma a responsabilidade é solidária, ou seja, compartilhada entre o empregador e empregado por meio das Comissões institucionais. Ela é muito importante para a segurança em laboratórios, pois é nela que encontramos definições sobre os riscos biológicos, classificação dos agentes biológicos e medidas de segurança contra esses riscos.

Relacionada especificamente à área da biotecnologia, existe a Lei nº 11.105 de 24/3/2005, chamada Lei de Biossegurança. Essa norma dispõe, por exemplo, sobre:

- ✓ Normas e disposições relativas às atividades e projetos relacionados à OGM e derivados.
- ✓ A necessidade da autorização da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança para a realização das atividades reguladas pela Lei.
- ✓ A criação do Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) para a formulação e implementação da Política Nacional de Biossegurança (PNB)
- ✓ A criação do Sistema de informações em Biossegurança (SIB) para a gestão das informações das atividades que envolvam OGM e seus derivados.
- ✓ A criação de Comissões Internas de Biossegurança (CIBio) para cada instituição que desenvolvam atividades com OGM e seus derivados.
- ✓ Penalidades e responsabilidades administrativas e penais.

Podemos notar que a Lei de Biossegurança trata, de maneira central, das questões que envolvem os OGM. Carecendo de outras questões que envolvem a segurança em laboratório. Por isso, os laboratórios seguem práticas que envolvem um conjunto de normas e procedimentos de segurança que visam diminuir a exposição aos riscos e aumentar a conscientização dos profissionais que trabalham

em laboratório. Esse conjunto de normas é chamado de Boas Práticas de Laboratório (BPL).

2.5 Boas Práticas de Laboratório (BPL)

As boas práticas de laboratório são procedimentos que permitem que o trabalho laboratorial seja executado de forma adequada e bem planejada. De forma que previne a exposição indevida a agentes causadores de risco à saúde e evita acidentes. Algumas dessas medidas devem ser realizadas em qualquer laboratório onde sejam realizadas práticas, e podem ser consideradas regras gerais de segurança como (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002):

- ✓ Consultar o Manual de Segurança do Laboratório;
- ✓ Utilizar sempre que necessário óculos de segurança;
- ✓ Nunca trabalhar sozinho no laboratório, salvo autorização do Responsável do Laboratório;
- ✓ Não fumar, comer ou beber no laboratório;
- ✓ Conhecer os caminhos de evacuação e a localização das saídas de emergência, assim como dos equipamentos de segurança e sua forma de utilização;
- ✓ Colocar todos os objetos pessoais em locais adequados, separados da área de trabalho do laboratório;
- ✓ Evitar usar anéis, colares, gravatas, brincos ou outros tipos de adornos no laboratório;
- ✓ Utilizar luvas adequadas sempre que necessário. Elas devem ser retiradas antes de tocar em portas, maçanetas, telefones, cadernos, teclados de computador, etc.;
- ✓ É proibido utilizar sandálias/chinelos/sapatos abertos. Caso tenha o cabelo comprido, manter o mesmo preso durante a execução das experiências, de modo a evitar o contato com reagentes ou outro material/equipamento.
- ✓ Manter o local limpo, arrumado e com as circulações desobstruídas. Uma adequada organização do espaço de trabalho evita/minimiza a ocorrência de acidentes de trabalho;

- ✓ Não colocar recipientes pesados ou contendo líquidos perigosos a um nível superior ao da cabeça ou em locais de acesso difícil;
- ✓ Não colocar material sólido dentro das pias ou ralos;
- ✓ Não colocar solventes nas pias ou ralos. Devem ser utilizados recipientes adequados e corretamente identificados, cumprindo os procedimentos adequados para o descarte de resíduos;
- ✓ Não colocar vidro partido no lixo. Deve existir um recipiente específico para fragmentos de vidro;
- ✓ Verificar o laboratório sempre que sair. Verificar se existem torneiras de água e gás abertas, ou equipamentos indevidamente ligados. Se forem utilizados cilindros de gases, fechar a válvula principal;
- ✓ Lavar sempre as mãos e se for necessário a face ao sair do laboratório;
- ✓ Não sair com os EPI's do laboratório;

2.5.1 Estrutura Física

A segurança dos laboratórios começa com sua estrutura física, com o projeto das suas instalações. O laboratório deve ser planejado e dimensionado para garantir condições de trabalho seguras e confortáveis. O tipo e as características dessa estrutura dependem dos padrões de segurança exigidos para as atividades do laboratório e das exigências legais vigentes. Como exemplo, temos que em laboratórios com risco biológico a estrutura está diretamente ligada ao nível de segurança do laboratório. Nos laboratórios com micro-organismos de nível de risco 1 é exigido um bom planejamento espacial, funcional e a adoção de práticas seguras de laboratório. Naqueles que trabalham com agentes de nível de risco 2, adicionalmente, é preciso um sistema de portas com trancas e janelas vedadas, e um sistema de geração de energia elétrica, por exemplo. E as exigências aumentam para os laboratórios com nível de risco 3, exigindo um sistema de ar próprio nas áreas de manipulação com um diferencial de pressão para as outras áreas do laboratório (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002).

Apesar de depender das atividades e níveis de segurança exigidos, as características estruturais gerais do laboratório devem compreender (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002):

- ✓ As áreas de maior risco devem ser separadas das de menor risco, como áreas administrativas.
- ✓ O espaço e a circulação de pessoas devem ser adequados para a execução do trabalho, com corredores largos e locais adequados para equipamentos e manuseio de produtos.
- ✓ As paredes, teto e pisos devem ser lisos, fáceis de limpar, impermeáveis a líquidos e resistentes a produtos químicos e desinfetantes. O piso não pode ser escorregadio e o teto deve ter vedação contínua.
- ✓ As portas devem ser duplas, com visores e abrirem para fora, também devem ser largas o suficiente para permitir a passagem de equipamentos.
- ✓ A iluminação deve ser suficiente e adequada para cada tipo de atividade, evitado acidentes provocados por pouca capacidade visual.
- ✓ A mobília e o revestimento devem ser impermeáveis, resistentes a desinfetantes, aos produtos químicos e ao calor moderado. Devem permitir uma postura adequada e flexibilidade para realização do trabalho. Não devem ter cores chamativas para não promover o cansaço visual e não competir com a atenção da sinalização de segurança.
- ✓ As linhas de serviços dependem da necessidade de cada laboratório, mas em geral temos as linhas de água, energia, gás, ar comprimido e linhas sanitárias que devem ser consideradas em qualquer laboratório.
- ✓ A ventilação e exaustão devem ser avaliadas de acordo com área a ser ventilada, a taxa de renovação de ar, o controle de temperatura e umidade relativa.
- ✓ Com relação aos equipamentos de segurança, devem ser previstos a instalação de equipamentos de proteção coletiva como capelas de segurança química e biológica, lava-olhos, chuveiros de emergência, pias de lavagem das mãos, etc.
- ✓ A proteção contra incêndios deve contar com corredores largos, indicações de saídas de emergência, extintores em paredes ou suportes, sistema de alarme e sinalização de segurança.

2.5.2 Planejamento das Atividades

Todo procedimento em um laboratório deve ter um roteiro de execução que foi planejado e orientado previamente. É mister a organização das atividades para obter resultados mais precisos, de qualidade e principalmente mais seguros (CARVALHO, 1999). O planejamento operacional envolve atividades como (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002):

- ✓ Preparar antecipadamente qualquer trabalho experimental, certificando-se de estar bem informado sobre todos os potenciais perigos dos reagentes, produtos e equipamentos que serão utilizados.
- ✓ O manuseio de equipamentos e instrumentos deve possuir um protocolo de uso, limpeza e controle de uso de equipamentos.
- ✓ Separar, antecipadamente, os reagentes e soluções que serão utilizados nas quantidades necessárias observando as condições de armazenamento, compatibilidade, estabilidade e prazo de vencimento.
- ✓ Analisar a necessidade de quais EPI's e EPC's que são necessários para cada atividade antes de iniciá-la. Diferentes atividades requerem diferentes proteções, como luvas, óculos de segurança, capelas de segurança, etc.
- ✓ Examinar a sinalização de risco químico, físico ou biológico, bem como a sinalização de emergência como extintores e saídas de emergência.
- ✓ Planejar o tempo de execução de cada atividade para que não sejam muito extensas e cansativas.
- ✓ Elaborar ou ter disponível os procedimentos operacionais padrão (POP) e manuais de segurança, que auxiliam na otimização do trabalho e na redução dos riscos de acidentes.
- ✓ Registrar as atividades, reagentes, materiais e os equipamentos utilizados.

2.5.3 Manuseio dos Equipamentos

Os equipamentos em um laboratório devem sempre estar em boas condições de funcionamento e segurança. Para isso, deve ter e estar em dia com o plano de manutenção preventiva aconselhada pelo fabricante. O Responsável do Laboratório

deve garantir que todos os usuários tenham acesso à informação necessária para utilização dos equipamentos. Isso é feito pelas instruções de segurança contidas no Procedimento Operacional Padrão (POP) de tal equipamento. Os POP's são documentos que definem procedimentos, padronizam atividades, descrevem os passos críticos que devem ser tomados para uniformizar as práticas e, assim, minimizar a ocorrência de desvios que podem comprometer a segurança (UFV, 2016).

Um POP deve conter seções principais como o objetivo de tal procedimento; o seu alcance ou campo de aplicação; as responsabilidades de seus usuários; o procedimento propriamente dito, com os principais passos a serem seguidos; os cuidados especiais a serem tomados; e o controle de revisão desses procedimentos (FIOCRUZ, 2018). A seguir mostramos, como exemplo, uma seção de um POP para o uso de uma autoclave de laboratório.

Lab. de Reparo de DRA ICB- USP	Procedimento Operacional Padrão (POP)	
NB2	Utilização da Autoclave do NB2	Revisão 01 Folha 1/1
Elaboração: Equipe técnica -Veridiana Munford		Data: 02/03/2014
Objetivo: Definir um procedimento para utilização da autoclave Phoenix AB.		
Procedimento:		
1- Abastecer o reservatório com água destilada até a marca (esquema no verso).		
IMPORTANTE: NÃO PASSAR DO LIMITE DEMARCADO (pois a água se acumula no interior da autoclave após o término do processo)		
2- Colocar o material dentro da autoclave.		
IMPORTANTE: Não esquecer a fita indicativa da autoclavagem		
3- Fechar a porta.		
4- Verificar a Programação:		
a. Pressione a tecla selecionar e ajuste a temperatura		
b. Com as setas ↑↓ ajuste em 134°C		
c. Pressione a tecla selecionar e ajuste o tempo		
d. Com as setas ↑↓ ajuste em 30 minutos .		
e. Pressione a tecla selecionar tempo de secagem: zero		
f. Pressione a tecla selecionar , "GRAVADO"		
g. Pressione a tecla INICIO .		
Ao término do ciclo a autoclave mostra a mensagem "Abrir a porta" NÃO ABRA!		
5- Quando a pressão estiver em zero abra a porta.		
6- Retire o material e descarte no lixo infectante.		
7- Desligue o equipamento deixando a porta aberta.		
Observação: Os resíduos sólidos devem ser acondicionados em sacos para autoclave, e o resíduo líquido em latas para evitar derramamentos no interior do equipamento.		
A água do reservatório deve ser completamente substituída a cada 3 semanas seguindo a escala.		

Figura 4. POP de utilização de autoclave (ICB-USP, 2014)

2.5.4 Sinalização

A sinalização do laboratório é uma medida eficaz para conscientizar e informar os usuários do laboratório sobre os riscos presentes, sobre as condutas seguras a serem tomadas, sobre as rotas a serem seguidas em casos de emergência e sobre condutas proibidas.

Os sinais de obrigação são utilizados em aparelhos, instalações, acessos, instruções, procedimentos, etc. Eles indicam ações específicas, comportamentos e a

obrigação de utilizar um equipamento de proteção individual específico de acordo com o sinal. Esses sinais têm forma circular, fundo azul e pictograma branco.



Figura 5. Sinalização de obrigação em laboratório (UFV, 2016)

A sinalização também pode ser de emergência. Elas têm forma retangular, fundo verde e pictograma branco fotoluminescente. Esses sinais fornecem informações de salvamento em situações críticas. Indicam a direção a ser seguida em uma emergência, a localização de equipamentos de salvamento como lava-olhos, chuveiros de emergência ou postos de socorro.

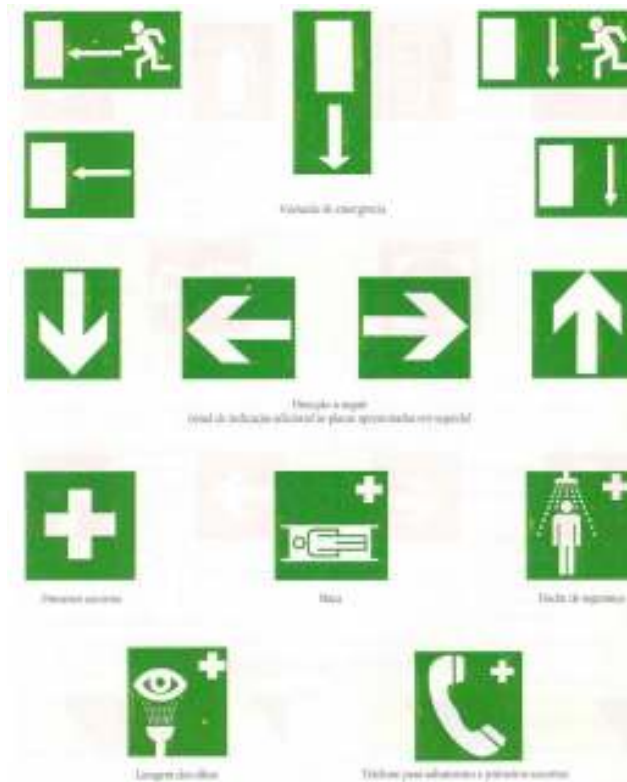


Figura 6. Sinalização de emergência em laboratório (UFV, 2016)

Existem, também, os sinais de proibição que tem forma circular, contorno vermelho, pictograma preto e o fundo branco. São os mais conhecidos do público em geral e advertem quanto a atitudes que são proibidas no laboratório, pois são inseguras.



Figura 7. Sinalização de proibição em laboratório (UFV, 2016)

Finalmente, a sinalização também pode ser de um aviso ou perigo. Nesse caso, elas indicam situações de atenção, precaução ou verificação. Elas têm um formato triangular, o contorno e pictograma preto e o fundo amarelo.



Figura 8. Sinalização de perigo em laboratório (UFV, 2016)

2.5.5 Rotulagem e Armazenamento de Substâncias Químicas

Os reagentes químicos são uma fonte importante de risco em laboratório, pois estão diretamente associados a uma parcela significativa de acidentes. O perigo das substâncias químicas está relacionado às características físico-químicas intrínsecas de cada uma delas. Portanto, o conhecimento dessas características de cada substância é essencial para a segurança no manuseio ou na exposição a elas.

As fontes de informação sobre os reagentes químicos incluem: os rótulos das embalagens, os sinais de indicação dos perigos, as fichas de informação de segurança para produtos químicos (FISPQ), a literatura científica e técnica, os guias publicados pelas entidades e a legislação (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002).

A identificação correta de uma substância ou produto químico é obrigatória e deve cumprir a legislação e regulamentos existentes. Assim, os rótulos são padronizados e devem conter informações como a identificação do produto, pictograma de alerta, advertência de perigo, a quantidade, etc.

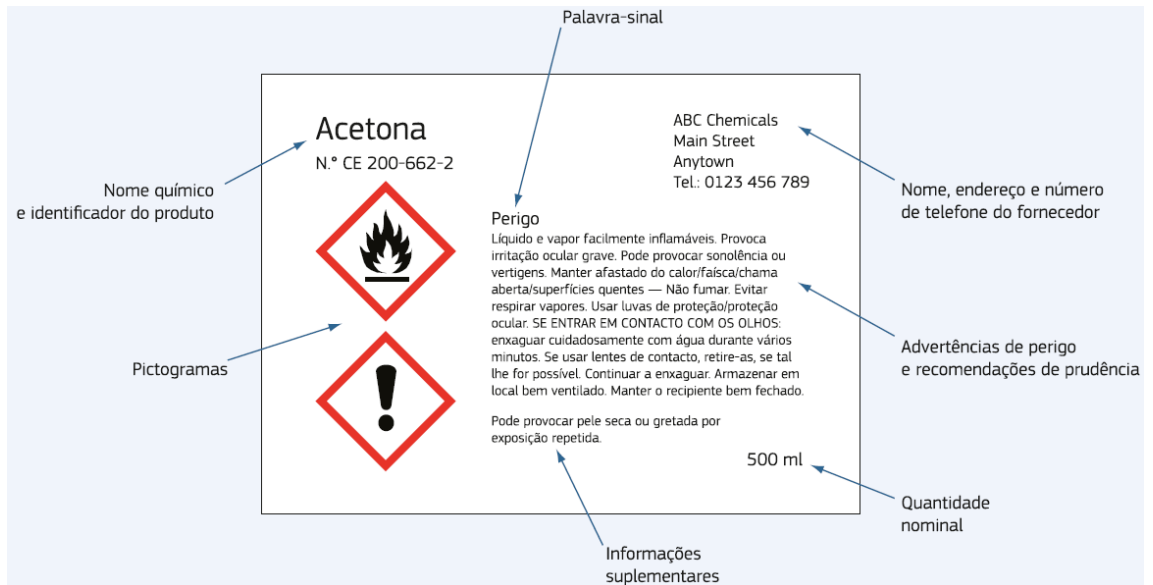


Figura 9. Rótulo de produto químico (USP, 2014)



Figura 10. Pictogramas de perigo em produtos químicos (USP, 2014)

As fichas de informação de segurança para produtos químicos (FISPQ) são documentos que devem ser elaborados e fornecidos pelos fabricantes ou fornecedores de produtos químicos. Elas contêm informações detalhadas sobre as propriedades físicas e químicas dos mesmos, a forma de armazenamento, as medidas de segurança, informações toxicológicas, manuseio, transporte, descarte, etc. (ABNT, 2005). São informações detalhadas divididas em 16 seções, e algumas delas são especialmente importantes em casos de acidentes como medidas de

primeiros socorros, medidas de combate a incêndio e medidas de controle para derramamento ou vazamento, como mostrado na figura a seguir.

Nome do Produto: ÁCIDO SULFÚRICO
 Página: 2/4
 Data da última revisão: 18/04/2017

<p>4- Medidas de primeiros socorros</p> <p>4.1 - Medidas de primeiros socorros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inalação: Remover para local ventilado. Se não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Chamar um médico imediatamente. - Contato com a pele: Lavar imediatamente com água corrente até remoção do ácido. Pode então ser aplicada uma solução de bicarbonato de sódio a 5%. No caso de bolhas, procurar um médico. - Contato com os olhos: Lavar imediatamente com água corrente por 15 min. Aplicar um tampão e procurar um médico. <p>TAMPÃO: pH da solução = 6,8 – 7,0 30 g de fosfato de potássio monobásico 220 g de fosfato de sódio dibásico água suficiente para 1 litro</p> <p>Para ser aplicado localmente, lavagem da boca e para irrigação dos olhos após lavagem aqueces.</p> - Ingestão: Aspiração, lavagem ou eméticos não devem ser usados. O tratamento consiste em diluir o ácido e aliviar a dor. Pequenas quantidades de água ou leite devem ser ingeridos. Hidróxido de alumínio ou magnésio pode ser administrado. <p>4.2 - Sintomas e efeitos mais importantes: Irritação e corrosão, tosse, náuseas, vômitos, diarreia, dor, perigo de cegueira</p> <p>4.3 - Notas para o médico: Irritante à pele, mucosa, olhos e trato respiratório. Pode causar edema agudo do pulmão. Recomenda-se assistência respiratória e tratamento sintomático.</p>
<p>5- Medidas de combate a incêndio</p> <p>5.1 - Meios de extinção: Usar dióxido de carbono ou pó químico seco.</p> <p>5.2 - Perigos específicos da substância: Não disponível</p> <p>5.3 - Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Utilizar equipamento de proteção individual e equipamento de proteção respiratória autônoma</p>
<p>6- Medidas de controle para derramamento ou vazamento</p> <p>6.1 - Precauções pessoais, equipamento de proteção e procedimentos de emergência</p> <p>6.1.1 - Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Evitar o contato com o produto. Não inalar os vapores.</p> <p>6.1.2 - Para o pessoal do serviço de emergência: Utilizar equipamento de proteção individual e equipamento de proteção respiratória autônoma</p> <p>6.2 - Precaução ao meio ambiente: Não enviar o produto para redes de águas residuais</p> <p>6.3 - Métodos e materiais para a contenção e limpeza: Neutralizar com carbonato de sódio, absorver com material inerte, seguido de um lençol plástico para diminuir espalhamento e contato com a água.</p>

Figura 11. Seções da FISPQ do Ácido Sulfúrico (Labsynth 2017)

Igualmente importante é o armazenamento seguro de produtos químicos dentro do laboratório. Para isso são necessárias instalações apropriadas, equipamento e hábitos de trabalho adequados. Deve-se manter um inventário dos produtos existentes no laboratório, separar os produtos químicos incompatíveis e ter um ambiente adequado, incluindo ventilação, iluminação, temperatura e adequada arrumação em prateleiras. A armazenagem dos produtos químicos deve obedecer às seguintes regras (USP, 2014):

- ✓ Não armazenar produtos químicos incompatíveis juntos;
- ✓ Separar ácidos fortes de bases concentradas;
- ✓ Manter os oxidantes sozinhos e, sobretudo, afastados dos inflamáveis;

- ✓ Manter os corrosivos afastados de substâncias que podem exalar, por contato, fumaças corrosivas, tóxicas ou inflamáveis;
- ✓ No interior dos laboratórios, reduzir os produtos químicos adquiridos e armazenados a uma quantidade que possa ser utilizada num período de tempo razoavelmente curto;
- ✓ Todos os produtos devem estar devidamente identificados/rotulados, com o rótulo em boas condições e legível;
- ✓ Os recipientes não devem estar muito próximos do limite das prateleiras;
- ✓ Recipientes grandes e que contenham substâncias tóxicas, corrosivas ou inflamáveis, devem estar guardados em locais abaixo do nível dos olhos;

Idealmente, os reagentes químicos devem ser guardados em grupos separadamente, cada grupo em um local, armário ou prateleira diferente. A divisão entre grupos é para evitar o contato entre reagentes químicos incompatíveis que poderia causar incêndios, explosões ou a formação de substâncias tóxicas. Por exemplo, os ácidos em contato com óleos podem causar incêndios, e em contato com metais podem produzir gás hidrogênio. Alguns desses grupos podem ser divididos em (UFV, 2016): Inflamáveis; Oxidantes; Peróxidos básicos; Pirofóricos; Tóxicos; Corrosivos; Reativos à água; Criogênicos e Gases comprimidos. É importante observar que pode existir incompatibilidade de produtos dentro dos grupos, como o ácido nítrico que é incompatível com outros ácidos e por isso deve ser armazenado separadamente.

2.5.6 Prevenção aos riscos de exposição a agentes biológicos

Como já exposto, o risco biológico depende do tipo de agente biológico causador. Mas algumas medidas são gerais para reduzir o risco associado à exposição aos agentes biológicos presentes em laboratórios. Dentre elas podemos citar (USP, 2014):

- ✓ Estabelecer procedimentos de trabalho adequados e utilizar medidas técnicas apropriadas para evitar ou minimizar a libertação de agentes biológicos;

- ✓ Cumprir as regras de higiene: não fumar, não comer nos laboratórios, lavar sempre as mãos após manipulação de material biológico;
- ✓ Utilizar vestuário de proteção adequado;
- ✓ Sinalizar corretamente os locais de perigo biológico;
- ✓ Definir processos para a manipulação e o tratamento de amostras biológicas;
- ✓ Ter especial atenção na utilização de equipamentos e objetos perfuro-cortantes, como agulhas, que não devem ser colocados nos resíduos normais, mas sim em recipientes adequados de descarte;
- ✓ Assegurar a destruição ou inativação dos resíduos contaminados com agentes biológicos.

2.5.7 Medidas Protetivas

Para manter os agentes causadores de risco dentro do limite de tolerância previstos na Norma Regulamentara 15 (NR-15), é preciso implantar medidas protetivas para a eliminação ou neutralização desses riscos. Essas medidas protetivas podem ser de ordem geral ou individual. As medidas de ordem geral são identificadas pela presença de equipamentos de proteção coletivas (EPC's) no laboratório.

EPC's são equipamentos de uso no laboratório que permitem executar operações em condições de salubridade para os usuários do laboratório, minimizam a exposição a riscos, e em caso de acidentes, reduzem suas consequências (ALMEIDA-MURADIAN, 2000). São exemplos de equipamentos de proteção coletiva (EPC) nos laboratórios: extintores de incêndio; manta corta-fogo; saídas de emergência; chuveiro de emergência; lava-olhos; capelas; ventilação e exaustão. Em laboratórios de bioquímica, especialmente, a autoclave e a cabine de segurança biológica (CBS) tornam-se indispensáveis como EPC's.

As CBS permitem a execução de experimentos que geram gases ou vapores tóxicos sem contaminar o laboratório. Elas devem ser construídas com material quimicamente resistente, possuir sistema de filtração do ar e potência para promover exaustão dos gases e vapores de solventes. Elas devem ser instaladas em locais afastados das portas e saídas de emergência, e também de locais de trânsito

intenso de pessoas, pois podem fazer com que os contaminantes sejam arrastados de dentro da capela pelo deslocamento de ar, assim como podem dificultar a evacuação da área, se necessário. Existem vários tipos de CSB dependendo do número de filtros que possui e, também, da forma que é realizada a filtração e exaustão do ar no seu interior. As CSB Classe I protegem tanto o ambiente quanto o usuário, as de Classe II oferecem proteção ao ambiente, usuário e ao produto que está sendo manipulado. Já as CSB de Classe III oferecem maior proteção a todos esses elementos citados, e são a prova de gás. Além dos filtros há um sistema de luz ultravioleta de alta intensidade que garante a inativação de partículas viáveis que possam ter passado pelo sistema de filtração e que é acionado quando a CSB não está em uso (CIPA, 2000; ISOLAB, 1998).

Complementando as medidas de proteção gerais, temos as medidas individuais de proteção. Elas são caracterizadas pelo uso dos Equipamentos de proteção individual (EPI). Os EPI são dispositivos concebidos para protegerem os trabalhadores de possíveis riscos para a sua saúde ou segurança durante o exercício das atividades. São EPI's os óculos de proteção, viseiras, máscaras, luvas, jalecos, capacetes, protetores auriculares, etc. Eles devem ser utilizados sempre que os riscos existentes não puderem ser evitados, ou suficientes limitados, por meios dos EPC's. Essas medidas individuais, como a utilização de EPI's são sempre as últimas medidas a serem tomadas, pois são as que atuam sobre a pessoa e são geralmente menos eficazes (HIRATA e MANCINI FILHO, 2002).

A seleção dos EPI's deverá ter em conta:

- ✓ Os riscos a que o usuário está exposto;
- ✓ As condições em que trabalha;
- ✓ A parte do corpo a proteger;
- ✓ A durabilidade;
- ✓ O efeito de proteção;
- ✓ A comodidade;
- ✓ A possibilidade de limpeza, entre outros.

Quadro 2. Tipos de EPI

Tipos de EPI	Exemplo	Riscos
Cabeça e crânio: 	Capacetes de segurança e coberturas de proteção da cabeça	Impactos, perfurações, ação dos agentes meteorológicos, etc.
Vias respiratórias 	Máscaras de proteção para vapores, poeiras, etc.	Poeiras, gases, vapores e fumaças nocivas.
Mãos e braços 	Luvas, manguitos, dedeiras, cremes de proteção, etc.	Irritações cutâneas, choque elétrico, queimaduras, corte, perfuração, abrasão.
Tronco 	Macacão, batas, aventais de couro, coletes, casacos, jalecos, vestuário refletor, etc.	Choque elétrico, queimaduras, exposição a altas temperaturas, exposição a baixas temperaturas.
Olhos 	Óculos, viseiras, etc.	Impactos, estilhaços, limalhas, projeção de líquidos e poeiras, etc.
Pernas e pés 	Sapatos e botas com biqueira e palmilha de aço	Corte, perfuração, queda, impactos, etc.
Face 	Máscara de soldar, viseiras,	Projeção de partículas, líquidos e poeiras, radiações, estilhaços, etc.

Fonte: FIOCRUZ, 2010

2.5.8 Resíduos

Resíduo é o material remanescente que não possui mais utilidade ou valor agregado para alguém e, por isso, não é reciclado, recuperado ou reutilizado. Os laboratórios são locais que geram resíduos que podem ter grande impacto na natureza como metais pesados, solventes e materiais infectantes, caso não tenham um tratamento adequado. (USP, 2014)

Para um correto tratamento e descarte dos resíduos produzidos no laboratório é preciso conhecer a norma referente à definição, classificação e destinação deles. Assim, um programa de gestão de resíduos do laboratório é imprescindível para atender a legislação e preservar o meio ambiente dos impactos que podem ocorrer com o descarte indevido desses resíduos. Não obstante o programa de gestão de resíduos, podemos citar algumas ações que são gerais para lidar com os resíduos produzidos em laboratório (UFV, 2016):

- ✓ Deve-se conhecer com o destino dos resíduos que são produzidos. O produtor de resíduos é responsável pelos mesmos até que estes sejam tratados ou eliminados.
- ✓ Os resíduos sólidos devem ser separados dos resíduos líquidos.
- ✓ Os resíduos devem ser recolhidos em sacos ou em recipientes adequados e devidamente identificados;
- ✓ Os resíduos orgânicos ou inorgânicos deverão ser desativados para transformar pequenas quantidades de produtos químicos reativos em produtos derivados inócuos, permitindo sua eliminação sem riscos;
- ✓ Resíduos cortantes e perfurantes, não devem ser colocados no lixo comum, mas em recipientes adequados;
- ✓ Os resíduos biológicos devem ser neutralizados ou inativados em autoclave;
- ✓ Os resíduos aquosos, sem características especiais de periculosidade, devem ser neutralizados antes de serem enviados para o sistema de saneamento público;

3: METODOLOGIA

Nesse presente trabalho, a técnica do check-list ou lista de verificação foi utilizada para identificar, qualitativamente, os riscos presentes no ambiente de graduação do laboratório de Fundamentos da Engenharia Bioquímica da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EQ/UFRJ).

Em uma primeira etapa, um check-list foi produzido com base nas Normas de Regulamentação (NR's) aplicáveis, nas boas práticas de laboratório (BPL) e em qualquer medida que deve ser executada para aumentar o nível de segurança do local. Por meio desse check-list, foi desenvolvido um questionário com 9 perguntas abertas e 78 questões fechadas.

Na segunda etapa, o questionário foi aplicado ao responsável pelo laboratório, visitas foram feitas ao local e uma aula de graduação foi observada. A partir desses dados coletados e das observações feitas, um diagnóstico da adequação do laboratório é apresentado e, quando apropriado, sugestões para solução ou controle de não conformidades são recomendadas.

3.1 O Check-List e Questionário

A lista de verificação ou check-list é tradicionalmente usada como uma técnica de análise. Ela pode ser usada em várias situações, por exemplo, em auditorias internas como um recurso para a avaliação das atividades ou em biossegurança como um método de análise de riscos. E tem como princípio básico inspecionar o estado atual do objeto de estudo e compará-lo a um estado ideal (Cardella, 2008). Neste trabalho, o estado ideal corresponde ao cumprimento das normas, dispositivos e recomendações relativas à segurança em laboratórios.

O estado real do objeto é inspecionado por meio das perguntas da lista de verificação na forma de um roteiro, que deve ser aplicado aos itens de interesse. São as perguntas do check-list que determinarão as características do objeto, e por isso, elas devem considerar aspectos básicos comuns aos objetos de interesse e as questões específicas de cada lugar. Também devem ser claras e objetivas, apontando as expectativas de adequação do objeto (Cardella, 2008). A avaliação dos resultados pode ser feita tanto de forma individual das perguntas, quanto de

forma agrupada por blocos de perguntas relativas a uma fonte de risco específica. (RIDLEY; CHANNING, 2003).

Na análise de risco em laboratório, o roteiro de check-list é usado tanto para a identificação e tratamento dos riscos presentes em laboratório, bem como para acompanhar se as medidas de segurança que foram tomadas continuam sendo aplicadas. Por isso, o check-list tem uma boa eficiência e aplicabilidade, devendo ser aplicado de maneira periódica a fim de permitir um controle dos riscos e das medidas de segurança em laboratórios.

O questionário produzido foi baseado no check-list com questões relativas às normas de segurança e medidas de segurança que foram aplicadas ao responsável pelo laboratório no mês de Setembro de 2019. O questionário completo e as respostas obtidas podem ser vistos na figura 12.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS E SUGESTÕES

4.1 O Questionário e as Respostas Obtidas

A seguir apresentamos o questionário completo produzido e as respostas obtidas para as questões fechadas na entrevista.

QUESTIONÁRIO APLICADO NO LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA BIOQUÍMICA

PARTE 1 – IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS – QUESTÕES ABERTAS

1. Você conhece os riscos aos quais você se encontra exposto neste laboratório?
Sim, basicamente todos.
2. Caso haja risco biológico, conhece o grau do risco dos agentes biológicos que manipula?
Sim, não há nada patogênico.
3. Você já sofreu algum acidente neste laboratório?
Sim. Durante uma prática de produção de cerveja, houve derramamento do mosto na etapa de aquecimento.
4. Você tem conhecimento de algum acidente neste laboratório?
Fora o mencionado acima, não.
5. Quais as condições que você acredita que poderiam causar acidentes no laboratório?
Principalmente, a manipulação de produtos químicos e a parte elétrica.
6. Como responsável pelo bem-estar do laboratório e de todos que atuam neste espaço, você pode afirmar ter conhecimento de todas as normas e procedimentos que lhes garantem a segurança? Cite as principais regulamentações inerentes à segurança física e ambiental dos laboratórios.
Conheci de forma geral na graduação, mas as normas específicas não.
7. Quanto ao uso de EPI's, quais equipamentos são imprescindíveis à integridade física daqueles que ocupam os laboratórios?
Jalecos sempre, óculos de segurança e máscaras em algumas situações.
8. Você sabe informar como é feito o armazenamento dos produtos inflamáveis?
Sim, eles ficam armazenados dentro dos armários de reagentes.
9. Quais são as principais ações preventivas para a preservação do meio ambiente e da segurança de todos, caso ocorra algum vazamento?
Elas não existem.

PARTE 2 – IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS – QUESTÕES FECHADAS

1. Existem extintores de incêndio no laboratório?

- Sim**
 Não

2. O acesso a estes extintores está desobstruído?

- Sim**
 Não

3. Os locais dos extintores de incêndio são sinalizados?

- Sim**
 Não

4. Os colaboradores do laboratório estão familiarizados com a operação de uso dos extintores e procedimentos de situações de emergência?

- Sim
 Não

5. As portas do laboratório abrem para fora e possuem janelas?

- Sim**
 Não

Nota: (abrem para fora, mas não tem janelas)

6. Há saída de emergência?

- Sim**
 Não

7. O aquecimento de líquidos inflamáveis é feito em capela fechada?

- Sim**
 Não

8. O manuseio dos produtos biológicos é realizado em capela de segurança biológica?

- Sim**
 Não

9. Há sopradores de ar quente em operação próximo de líquidos ou vapores inflamáveis?

- Sim
 Não

10. Há Controle de Emissão Atmosférica?

- Sim
 Não

11. Existe ponto de emissão gasosa?

- Sim
 Não

12. Existe Sistema de tratamento de gases e particulados instalado no laboratório?

- Sim
 Não

13. Existem aspectos críticos relacionados a emissões gasosas (odor, particulados)?

Sim

Não

14. Existe inventário atualizado das emissões gasosas para a atmosfera?

Sim

Não

15. Ocorre a recirculação de ar no laboratório?

Sim

Não

16. Vocês fazem a proteção do Solo e Águas Subterrâneas?

Sim

Não

17. O piso é impermeável em áreas que envolvem armazenamento e manuseio de produtos químicos ou resíduos?

Sim

Não

Nota: A entrevistada não soube dizer se sim ou não.

18. Existe local para armazenamento de resíduos com sistema de exaustão apropriado?

Sim

Não

19. Caso ocorram derramamentos e/ou vazamentos, estes são imediatamente relatados?

Sim

Não

20. Existe material adequado disponível para a absorção e recolhimento dos resíduos gerados?

Sim

Não

21. Existe plano de gestão de resíduos que abrange: segregação, identificação, inventário e disposição?

Sim

Não

22. A segregação dos resíduos segue critérios quanto à compatibilidade?

Sim

Não

23. O descarte de objetos pontiagudos, cortantes ou frágeis é feito utilizando recipientes robustos que não possam ser perfurados?

Sim

Não

24. No descarte dos produtos biológicos há preocupação de esterilização destes antes do descarte?

Sim

Não

25. Luvas de proteção estão sendo devidamente usadas no processo de descarte dos resíduos e demais produtos (como agulhas e seringas) que apresentam risco e exigem recipientes especiais para sua eliminação?

Sim

Não

26. A disponibilização desses recursos é de fácil acesso para os trabalhadores?

Sim

Não

27. Existe um plano de emergência?

Sim

Não

28. Existe responsável a ser acionado em caso de emergência e o número telefônico está disponível no laboratório, de preferência na porta?

Sim

Não

29. Existe pessoal e/ou Corpo de Bombeiros próximo ao laboratório que esteja disponível 24 horas para atendimento de emergência?

Sim

Não

Caso a resposta seja sim, especifique: **Brigada do CT**

30. Existe comunicação/contato direto com o Corpo de Bombeiros local?

Sim

Não

31. O laboratório possui rotas de fuga e iluminação de emergência?

Sim

Não

Nota: Há rotas de fuga, mas não há iluminação de emergência

32. As saídas de emergência são sinalizadas e o acesso está desobstruído?

Sim

Não

33. Existem saídas de emergência suficientes para abandono do laboratório?

Sim

Não

34. As portas de emergências têm pelo menos 1.2 m de largura?

Sim

Não

35. As portas apresentam fácil abertura, como no caso dos modelos de barra antipânico?

Sim

Não

36. Existe procedimento com instruções de parada do laboratório para fins de semana?

Sim

Não

37. Exercícios de simulação de emergência são feitos regularmente, contendo informações sobre s precauções necessárias, como: cuidados preventivos; conscientização sobre o planejamento de como atuar na hora do abandono do local de trabalho; indicação de medidas práticas sobre o combate e a retirada?

Sim

Não

38. O armazenamento de reagentes químicos é feito em armários, obedecendo a compatibilidade e os mesmos possuem bandejas de contenção para casos de possíveis vazamentos?

Sim

Não

Nota: Feito em armários, mas sem bandejas de contenção

39. As FISPQs dos produtos químicos envolvidos nos experimentos e estocados no laboratório estão disponíveis com fácil acesso e atualizadas (menos de 10 anos de data de emissão)?

Sim

Não

40. Existe instrução operacional assinada e fichas de dados de segurança de materiais disponíveis em local apropriado?

Sim

Não

41. Considerando que as instruções/orientações devem seguir padrões de compartilhamento das informações, tais como: em formato eletrônico repasse a todos os funcionários; registro dos conteúdos e do tempo de treinamento feitos por escrito e confirmados com a assinatura das pessoas que receberam instruções; reciclagem sobre o manual de instruções feita anualmente pelos operadores. Pergunta-se como ocorre a disponibilização dessas instruções/orientações?

Sim

Não

42. Todos os materiais mantidos no laboratório são verificados pelo menos uma vez por ano para garantir que eles estão em boas condições?

Sim

Não

Nota: Sim para extintores e chuveiros

43. Os materiais quebrados são transportados para outros locais, de modo seguro (com auxílios que garantem a segurança)?

Sim

Não

44. Os recipientes quebráveis são apoiados na base, quando estão sendo transportados?

Sim

Não

45. São fornecidos EPI's (como óculos de segurança, luvas de proteção, outros) para os funcionários?

Sim

Não

Nota: Eles levam os próprios

46. São fornecidos EPI's (como óculos de segurança, luvas de proteção, outros) para os alunos?

Sim

Não

47. Os locais de trabalho são mantidos livres de contaminação e são limpos regularmente de acordo com procedimentos operacionais padrão (POP)?

Sim

Não

48. São realizadas as inspeções pertinentes aos equipamentos de segurança, tais como chuveiro de emergência e lava olhos?

Sim

Não

49. Sabendo que as NR estabelecem que chuveiros de emergência e estações de lava-olhos devem ser verificados pelo menos a cada mês para garantir que eles estão em boas condições de uso, a presente questão indaga se os procedimentos de prevenção de manutenção são seguidos?

Sim

Não

50. O chuveiro de emergência está em local estratégico e acessível em até 5 segundos de qualquer lugar do laboratório?

Sim

Não

51. Existem procedimentos para cobrir riscos de posto de trabalho sozinho por períodos prolongados durante realização de experimentos?

Sim

Não

Nota: Orientação para que não fiquem sozinhos

52. Existem procedimentos para uso de pipetas?

Sim

Não

53. Existe sinalização para superfícies quentes ou frias?

Sim

Não

54. Há no laboratório alunos que trabalhem sozinhos nesse espaço em horários não muito comuns, fora do expediente normal?

Sim

Não

55. Existem equipamentos em operação durante a noite ou fins de semana e estes passam por avaliação de risco específica definindo dispositivos de segurança de desligamento em caso de avarias e apresenta padrões de confiabilidade?

Sim

Não

Nota: Existem, mas sem a avaliação e etc

56. O banho-maria e as placas de aquecimento possuem desarme por nível baixo de água, temperatura alta e possui proteção de contato com a resistência elétrica ou parte quente?

- Sim
 Não

57. A operação da centrífuga é interrompida em caso de abertura da tampa?

- Sim
 Não

Nota: Algumas sim, outras não

58. Existem no laboratório: autoclaves, vasos de pressão, bombas de vácuo, resfriadores, vasos Dewar? Se sim, observa-se que os equipamentos devem ser adequados à legislação específica para inspeções e manutenções regulares.

- Sim
 Não

Nota: Somente autoclave

59. Uma pré-limpeza nos recipientes e aparelhos é feita pelo usuário antes de ser levado para lavagem?

- Sim
 Não

60. A limpeza dos recipientes é feita com o máximo de cuidado e atenção para não ocorrer a mistura de materiais reativos durante o processo, evitando assim, que as pessoas encarregadas por essa tarefa sejam expostas a qualquer risco residual?

- Sim
 Não

61. As janelas das capelas deslizam verticalmente e possuem dispositivos antiqueda?

- Sim
 Não

62. As capelas são equipadas com aberturas de acesso e oferecem facilidade no fechamento?

- Sim
 Não

63. Há um aviso dizendo "Manter capela fechada" localizado em uma posição de fácil visibilidade?

- Sim
 Não

64. As superfícies das bancadas das capelas do laboratório possuem bordas elevadas e cobertura impermeável a líquidos?

- Sim
 Não

65. As capelas são utilizadas para armazenar materiais perigosos?

- Sim
 Não

66. Existe plano de inspeção para os equipamentos de segurança pertinentes, tais como exaustores?

- Sim
 Não

67. A inspeção dos exaustores é realizada anualmente por profissional qualificado?

- Sim
 Não

68. As superfícies das bancadas de trabalho do laboratório possuem bordas elevadas e cobertura impermeável a líquidos?

- Sim
 Não

69. A área de fracionamento geral / local têm exaustão e coletor para casos de vazamento?

- Sim
 Não

70. Os painéis de disjuntores de comandos elétricos, assim como demais instalações de cabos elétricos e aterramentos atendem aos requisitos técnicos?

- Sim
 Não

Nota: O quadro foi feito recentemente, mas acredita que não atendem aos requisitos técnicos

71. Os circuitos elétricos de tomadas para ligar equipamentos elétricos móveis são protegidos por Disjuntor Diferencial Residual (DDR)?

- Sim
 Não

Nota: Alguns equipamentos, como autoclave e outros problemáticos

72. As linhas de gás, ar e outros são bloqueados individualmente, com acesso livre, sinalizado e fora do laboratório?

- Sim
 Não

Nota: A obra está marcada para começar semana que vem. Prevê casinha de gases, gás Nitrogênio, gás de síntese)

73. O sistema de armazenamento de gás está localizado fora do laboratório e possui válvulas de fechamento e válvula corta- chamas? Possui duplo bloqueio? As válvulas são adequadas ao uso de Gás?

- Sim
 Não

Nota: Vai ter

74. Os cilindros de gás comprimido estão instalados de forma segura fora do laboratório (protegidos contraluz solar e efeitos mecânicos) para fins de proteção contra incêndios?

- Sim
 Não

75. Os gases são fornecidos via tubulações com conexões soldadas?

- Sim
 Não

Nota: Não tem tubulações

76. As tubulações são identificadas quanto às direções de fluxo e pintadas com cores identificadoras dos fluidos?

Sim
 Não

77. As conexões flexíveis são adequadas às pressões de trabalho das mesmas e adequadamente fixadas aos pontos conectados?

Sim
 Não

Nota: No botijão

78. Os processos que asseguram o bem-estar físico dos profissionais responsáveis pelas tarefas do laboratório também são aplicados aos alunos?

Sim
 Não

Figura 12. Questionário utilizado na entrevista com as respostas obtidas

Por meio dos dados obtidos, identificamos os riscos presentes no laboratório de Fundamentos da Engenharia Bioquímica. Primeiramente, vamos apresentar um panorama geral desses riscos e de salvaguardas para eles. Nas seções seguintes deste capítulo, trataremos de alguns assuntos específicos do laboratório com sugestões para torná-lo mais seguro.

Os riscos de acidentes, em sua maioria, estão presentes no laboratório em consequência do projeto estrutural inadequado e da falta de sinalização apropriada. Existem pilastras no espaço de trânsito do laboratório e alguns comandos das linhas de serviço estão localizados em outros laboratórios por efeito da divisão de um espaço inicial em 3 laboratórios distintos. Não existe sinalização quanto aos riscos gerados por equipamentos, áreas de bancada ou sinalização de emergência. Como sugestão de medidas protetivas, recomenda-se o uso obrigatório de EPC's e EPI's, a sinalização das áreas de risco e a melhor adequação do espaço físico.

O risco ergonômico faz-se presente na postura dos usuários nas bancadas. As banquetas não possuem regulagem de altura adequada, não há espaço para acomodar as pernas nem encosto para a lombar. Pessoas altas e com pernas compridas podem ter um desconforto maior durante as 4 horas de duração das aulas. Recomenda-se banquetas com ajustes adequados de altura e apoio para a lombar.

Apesar de o laboratório possuir ar condicionado, a temperatura do ambiente durante as visitas não estava adequada do ponto de vista do conforto térmico dos

usuários. O funcionamento de equipamentos como destilador, estufa e autoclave pode contribuir para o aumento da temperatura, mas o laboratório possui um local separado da área geral para esses equipamentos. Existem infiltrações no teto que podem aumentar a umidade no ambiente e conseqüentemente serem responsáveis por aumentar a sensação de calor. Sugere-se o uso de equipamentos de proteção contra o aumento de temperatura dos equipamentos nas áreas separadas da área geral, a manutenção preventiva do ar-condicionado e a solução das infiltrações do teto para adequar a sensação de calor no laboratório.

Os riscos químicos estão associados à natureza, manipulação e armazenagem dos produtos químicos utilizados no laboratório. Eles estão presentes, nas capelas, bancadas e nos armários de reagentes. Existe um controle de inventário de reagentes e FISPQ no laboratório. Os reagentes são rotulados, mas alguns não possuem identificação da periculosidade deles. Recomenda-se sempre o uso de EPC's e EPI's para a manipulação desses reagentes, o armazenamento em locais separados reagentes químicos de grupos diferentes e a utilização de bandejas de contenção de derramamento nesse armazenamento.

O laboratório de graduação utiliza micro-organismos não patogênicos nas aulas, como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Em virtude disso, o nível de Biossegurança do laboratório de graduação é NB1. Mas existem áreas que são compartilhadas com laboratórios de pesquisa que podem utilizar agentes biológicos de classe de risco 2. Por esse motivo, níveis de proteção maiores são usados, como a cabine de segurança biológica que existente no laboratório. Assim, os riscos biológicos estão presentes, principalmente, nos equipamentos, bancadas e capelas onde os micro-organismos são manipulados. Sugere-se o uso obrigatório de EPC's e EPI's, um nível adequado de organização e limpeza, a identificação e descarte adequados do material biológico.

4.2 Estrutura Física do Laboratório

O laboratório de Fundamentos da Engenharia Bioquímica possui um bom espaço físico. A área administrativa é separada da área destinada às aulas práticas; existe uma estante para armazenar os objetos pessoais dos alunos durante as aulas; as bancadas são grandes, fáceis de limpar, possuem tomadas devidamente

identificadas quanto à voltagem; as paredes são claras e de fácil limpeza; há portas largas que possuem visores; o piso não é escorregadio; e a iluminação é adequada.

Mas existem alguns problemas relacionados à estrutura do laboratório. E apesar de mudanças estruturais serem mais complexas, custosas e demandarem mais tempo, recomendam-se outras mudanças mais simples e que têm grande efeito para melhorar a segurança dos usuários.

Como na circulação de pessoas, que é prejudicada porque existem pilastras dentro do laboratório, uma delas próximas a uma porta. Além disso, essa porta abre para a lateral (de correr) e dá acesso a um corredor que contém a saída. A saída de emergência é dupla, larga e abre para fora. Mas ela está localizada em um corredor mais estreito e uma de suas portas está trancada com 2 pinos, um superior e outro inferior. Em uma situação de emergência que requeira a evacuação rápida do laboratório, esses elementos são muito importantes. Recomenda-se que sejam instaladas barras antipânico para fácil abertura, luzes de emergência e jamais impedir a abertura das portas da saída de emergência com trincos, chaves, etc.

Existe um exaustor no laboratório, mas ele não funciona. O teto apresenta infiltrações que, além de enfraquecer a estrutura, facilitam a proliferação de micro-organismos como fungos e aumentam a umidade do ar no local. Recomenda-se o conserto do exaustor para que haja renovação do ar do local, reduzindo o risco associado a vapores e ao conforto térmico. Também a solução das infiltrações no teto.

O laboratório possui um quadro elétrico que foi refeito recentemente, com os disjuntores e tomadas identificados. Porém, para a responsável do laboratório, a parte elétrica é uma das principais fontes de risco. Por isso, alguns equipamentos possuem disjuntor diferencial residual (DDR) para maior proteção. Talvez essa preocupação esteja relacionada à idade, instabilidade, falta de manutenção da rede elétrica ou pelo conhecimento de acidentes em outros locais do mesmo prédio atribuídos à rede elétrica.

O laboratório de graduação não possui tubulação de gás. Quando necessário é utilizado botijão com GLP. Mas os laboratórios de pesquisa vizinhos utilizam gás Nitrogênio e gás de síntese que são armazenados em cilindros em uma área externa. E por isso, representa um risco para o laboratório de graduação. Existe um projeto aprovado para a construção de uma casa de gás que ficará, também, em

uma área externa e possuirá válvulas de fechamento, válvulas corta-chamas e duplo boqueio.

4.3 Planejamento das Atividades do Laboratório

O laboratório possui planejamento de algumas atividades e alguns procedimentos, principalmente os que estão relacionados às aulas que possuem roteiros a serem seguidos. Para casos de incêndio, há um procedimento que está fixado na parede do laboratório com ações a serem tomadas, inclusive com telefone para acionamento da brigada de incêndio local. Mas, não existe um treinamento para essas situações e isso resulta em uma ineficiência desse procedimento.

Recomenda-se a elaboração de um manual de segurança do laboratório e de um plano de contenção e emergência que contenham as possíveis situações de sinistros como incêndios, acidentes com pessoas ou abandono de área. Também, as ações que devem ser tomadas nessas situações, como, por exemplo, o acionamento da brigada de incêndio e as rotas de fuga a serem seguidas, etc. O treinamento periódico dessas ações é essencial para a efetividade desses planos. E ele pode atribuir papéis e responsabilidades diferentes para cada tipo de usuário do laboratório, como o treinamento e operação dos extintores de incêndio e de técnicas de primeiros socorros por parte dos funcionários, mas não pelos alunos.

Com relação aos alunos, sugere-se que cada nova turma seja orientada sobre a existência do plano de emergência e as ações contidas nele. Um treinamento de emergência no início do período poderia ser realizado com cada turma, simulando as ações a serem tomadas.

Além dos procedimentos de emergência, existe uma carência de outros procedimentos muito simples que devem ser padronizados no laboratório. Não existe procedimento padrão para a lavagem das mãos, para o uso de pipetas ou para a limpeza e higienização de bancadas e equipamentos, por exemplo. Assim, sugere-se a elaboração de procedimentos operacionais padronizados para essas atividades, como mostrado a seguir.

Procedimentos usuais de desinfecção:**1) Álcool a 70% (etanol ou isopropílico):**

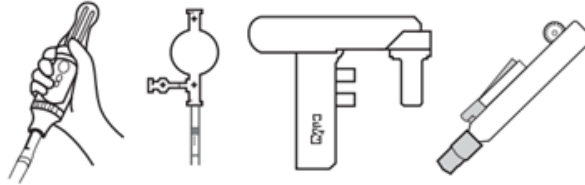
- a) Utilização: para desinfecção da pele, bancada e equipamentos.
- b) Procedimento: Após a limpeza com água e sabão deve-se esfregar um pano ou algodão embebido com a solução de álcool a 70%.
- c) Tempo de inativação: deixar a superfície a ser descontaminada em contato com a solução por no mínimo 15 minutos.

2) Hipoclorito de sódio 2%:

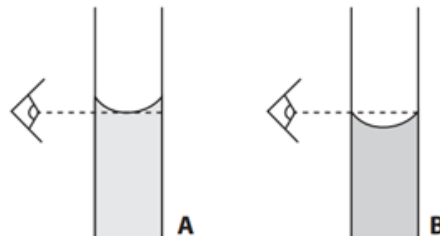
- a) Utilização: descontaminação de pisos, vidrarias, inativação química de material biológico.
- b) Procedimento: Após a limpeza com água e sabão deve-se passar pano ou material absorvente com a solução de hipoclorito 2% no piso, ou submergir vidraria em solução, garantindo que a solução esteja em contato com toda parede do objeto a ser descontaminado.
- c) Tempo de inativação: deixar em contato a superfície a ser descontaminada por no mínimo 20 minutos.

Cuidados Necessários Para Uso Correto Das Pipetas

- ✓ Não pipetar com a boca. Utilizar sempre um dispositivo para a pipetagem como peras ou pipetas automáticas.



- ✓ Utilizar pipetas íntegras, descartar as pipetas que apresentem pontas quebradas;
- ✓ Utilizar pipetas limpas e secas;
- ✓ Utilizar pipetas com volume total o mais próximo possível do volume a ser medido;
- ✓ Para medidas de soluções viscosas, evitar que o líquido ultrapasse muito a marca de medida, limpar a parte externa da pipeta e lavar a mesma várias vezes na solução que irá receber o material pipetado;
- ✓ Nas soluções incolores (A) coloca-se o menisco inferior na marca de calibração enquanto que nas soluções coradas (B) o acerto se faz na parte superior do menisco;



- ✓ Os olhos devem estar posicionados na altura da leitura do menisco;
- ✓ Utilizar a pipeta sempre na posição vertical (tanto para aspirar como para desprezar o líquido);
- ✓ O fluxo do líquido deve ser contínuo.

Figura 13. Procedimentos para o uso de pipetas (FIOCRUZ, 2010)

Quadro 3. Planejamento de Higiene de Superfícies e Equipamentos

Tipo	INTERVALO	MÉTODO
Paredes	trimestral	água e sabão
Pias	diariamente	água e sabão
Pisos	diariamente ou após contaminação com material biológico	pano ou papel absorvente; água e sabão; hipoclorito 2%
Lixeiras	semanalmente	água e sabão; solução de hipoclorito 5%
Bancadas	diariamente ou após contaminação com material biológico	pano ou papel descartável; álcool 70%; hipoclorito 2%
Autoclave	semanalmente	água e sabão; trocar a água
Banho-maria	semanalmente	água e sabão; álcool 70%
Centrífugas	semanalmente e após utilização	água e álcool 70%
Estufa	mensalmente ou após contaminação	água e sabão; álcool 70%
Cabine de segurança biológica	diariamente (antes e após o uso)	água e sabão; etanol 70%; hipoclorito 2%
Freezers e geladeiras	mensalmente	água e sabão

Procedimento para a lavagem das mãos

1. Retirar anéis, pulseiras e relógio.
2. Abrir a torneira e molhar as mãos sem encostar na pia.
3. Colocar nas mãos aproximadamente 3 a 5 ml de sabão, preferencialmente líquido.
4. Ensaboar as mãos friccionando-as por aproximadamente 15 segundos. Friccionar a palma, o dorso das mãos com movimentos circulares, espaços interdigitais, articulações, polegar e extremidades dos dedos como mostrado nas ilustrações.
5. Enxaguar as mãos em água corrente abundante, retirando totalmente o resíduo do sabão.
6. Enxugar as mãos com papel toalha.
7. Fechar a torneira utilizando o papel toalha.



Figura 14. Procedimento para lavagem das mãos (FIOCRUZ, 2010)

4.4 Equipamentos do Laboratório

No laboratório, há responsáveis pelos equipamentos, os funcionários são treinados a operá-los e eles estão identificados quanto á voltagem. Alguns deles têm calendário de manutenção, como as autoclaves e cabines de segurança. Apesar de já ter existido no passado, atualmente, os equipamentos não possuem ficha de registro de uso, manual de operação, nem indicação dos riscos de cada um deles.

A autoclave está, corretamente, localizada em um espaço separado de onde são realizadas as práticas, mas existe uma pilastra que limita o espaço disponível. As cabines de segurança biológica também estão localizadas em um espaço separado para minimizar o risco de contaminações às outras áreas. E possuem abertura de fácil acesso e, também, são de facilmente fechadas. Existem avisos para que elas sejam mantidas fechadas e não foram encontrados materiais perigosos ou que impedissem a circulação de ar dentro delas.

Sugere-se que todos os equipamentos do laboratório tenham um programa periódico de manutenção preventiva, um registro de uso e um procedimento operacional padronizado. Esses POP's devem ser impressos, mantidos atualizados e disponíveis para todos os usuários do laboratório. A seguir, são mostrados exemplos de procedimentos para a operação de alguns equipamentos.

Procedimento operacional para Autoclave

1. Abrir a tampa e colocar água na caldeira, até cobrir o descanso do cesto. Em seguida, introduzir o material a ser esterilizado, fechar a tampa, apertando por igual os manípulos;
2. Abrir o registro de vapor e ligar a chave no calor máximo (MÁX);
3. Saindo vapor pela válvula, esperar 10 minutos para que todo o ar seja expulso do interior da autoclave e, só então, fechar a válvula;
4. Quando a temperatura (120° C) de trabalho for atingida, mudar a chave para a posição MÉDIO, a fim de mantê-la;
5. Terminado o tempo de esterilização (20 minutos), desligar a autoclave;
NÃO ABRA A AUTOCLAVE AINDA!
6. Esperar que o ponteiro do manômetro desça até o zero e, então, abrir a válvula de vapor;

7. Aguardar 5 minutos e abrir a tampa.

Procedimento operacional para uso de Cabine de Segurança Biológica

1. Antes de iniciar o trabalho:

- a) Limpar toda a superfície interna da cabine com álcool 70%;
- b) Verificar se existem pipetas, ponteiros (preferencialmente com filtros) e tubos suficientes para o experimento;
- c) Colocar o pipetador dentro da capela biológica;
- d) Ligar a ventilação da cabine e a luz UV por 10 a 15 minutos antes do uso.

2. Durante o uso:

- a) Conduzir as manipulações no centro da cabine, mantendo o vidro frontal na posição;
- b) Minimizar os movimentos dentro da cabine.

3. Após o termino do trabalho:

- a) Limpar e guardar o pipetador automático desligado e carregando;
- b) Limpar a superfície de trabalho da cabine com álcool 70%;
- c) Deixar a cabine e a luz UV ligadas por 10 a 15 minutos;
- d) Desligar o fluxo de ar completamente.
- e) Aguardar 5 minutos e abrir a tampa.

4.5 Medidas de Proteção: EPI e EPC

O laboratório possui equipamentos de proteção coletiva como, por exemplo, extintores de incêndio, chuveiro de emergência e lava-olhos. Os chuveiros e extintores de incêndio são checados pelo menos uma vez ao ano, com o acionamento no caso dos chuveiros. A maioria dos extintores possui local próprio devidamente sinalizado, estão identificados quanto ao tipo e uso, e estão

desobstruídos. Mas encontramos locais com sinalização e sem extintor e locais com extintor e sem a sinalização.

Os EPI's são utilizados tanto por funcionários quanto pelos alunos. Eles consistem de jaleco, luvas, óculos de segurança, pipetadores, etc. Mas alguns deles não são fornecidos e precisam ser adquiridos pelos usuários. É o caso dos jalecos e óculos de proteção. Todavia, o laboratório possui e empresta esses equipamentos para os usuários que não os possuam. Isso acontece quando um aluno não tem óculos de segurança ou esquece o jaleco, por exemplo.

Quanto ao uso de luvas de látex, deve-se ficar atento para as atividades nas quais elas serão usadas. Elas não são recomendadas perto de chamas. Além disso, é fundamental obedecer ao tamanho de luva adequado para cada usuário.

Sugere-se aumentar o nível de segurança com outros equipamentos de proteção coletiva, como mantas absorventes de substâncias químicas e kit de primeiros socorros, por exemplo. A aquisição desses equipamentos deve ser coordenada com outros órgãos de segurança e outros laboratórios, pois é possível que esses materiais fiquem centralizados para a utilização no momento e locais necessários. Aumentando o nível de segurança de vários laboratórios e diminuindo o custo dessas medidas.

4.6 Sinalização do Laboratório

A sinalização é uma medida simples, de fácil aplicação e que aumenta rapidamente o nível de segurança do local. Mas poucos sinais foram encontrados no laboratório. A sinalização de risco biológico não é obrigatória, pois se trata de um local com risco NB-1, mas caso alguma atividade seja desenvolvida no futuro envolvendo maior risco este deverá ser sinalizado. Assim neste caso recomenda-se, na porta de entrada do laboratório, uma sinalização que indique o tipo de laboratório e o seu nível de segurança exigido, como mostrado na figura.



Figura 15. Sinalização de Nível de Risco Biológico

Com relação à sinalização de emergência, devem ser utilizadas placas fotoluminescentes que indiquem as rotas de fuga e saída de emergência em situações de pouca luz. Elas devem ser posicionadas em alturas apropriadas, tanto no alto como embaixo. A fim de que estejam facilmente visíveis e não sejam bloqueadas por fumaças em caso de incêndio.

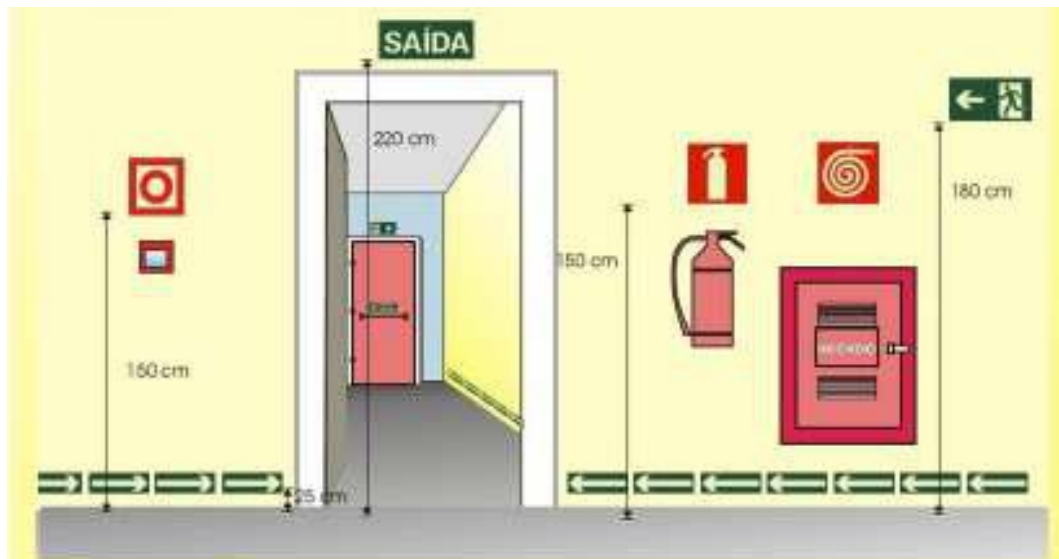


Figura 16 Sinalização de emergência (EVERLUX, 2014)

Devem ser colocados ainda sinais de proibição de condutas que não devem ser tomadas dentro do laboratório; sinais do uso obrigatório de EPI's e de condutas

de higiene, como de lavar as mãos; e sinais de aviso ou perigo, como as de superfícies quentes.



Figura 17. Sinalização de obrigação, alerta e proibição

4.7 Produtos Químicos no laboratório

O laboratório possui um inventário com o registro, identificação e localização dos reagentes químicos. O armazenamento é feito dentro de armários obedecendo a uma ordem de grupos químicos, como ácidos, bases e sais. As fichas de informação de produtos químicos estão disponíveis e organizadas por ordem alfabética. O descarte é feito separando os tipos de reagentes em bombonas, identificando-os com rótulos padrozinados e acionando o setor responsável pelo recolhimento e destinação dos resíduos. Apesar de existir um fluxograma de descarte de resíduos, não existe um POP documentado para essa atividade. Como a manipulação de produtos químicos representa uma grande fonte de risco no laboratório, recomendam-se algumas ações para reduzi-los.

O armazenamento dos reagentes deve ser feito por grupos de compatibilidade e, de preferência, separadamente de outros grupos. Todos eles devem ser identificados quanto a sua periculosidade. Os inflamáveis devem ser armazenados em armários resistentes ao calor e ao fogo. E recomenda-se o uso de bandejas de contenção de vazamentos nos armários.

Recomenda-se que as FISPQ sejam organizadas na ordem de uso dos reagentes nas aulas. E que informações como o manuseio, medidas de segurança e

primeiros socorros sejam passadas aos alunos no início de cada aula em que esses reagentes forem usados.

Apesar de existir um fluxograma para o descarte de resíduos, foram encontrados recipientes sem a identificação adequada e não há indicação da área de armazenamento dos resíduos. Dessa forma, recomenda-se a elaboração de um POP com as informações relativas à segregação dos resíduos, tipos de bombonas para armazenamento, tempo de armazenamento dos resíduos no laboratório, periculosidade dos resíduos, etc.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO

As atividades e as características do laboratório de Fundamentos da Engenharia Bioquímica são diversas e merecem cuidados. Dessa maneira, foram conceituados, caracterizados e identificados os potenciais riscos presentes dentro do laboratório com base em normas e boas práticas de laboratório.

Em consequência desses fatores, presentes no laboratório, que expõe os usuários a riscos, ressaltou-se a importância das sinalizações, dos procedimentos operacionais padronizados, do manual de segurança do laboratório, da utilização dos equipamentos de proteção coletiva e individual e da adequação estrutural do espaço. Todos esses elementos contribuem para um ambiente de trabalho seguro e produtivo.

Dessa maneira o laboratório deve passar por melhorias com o propósito de se adequar as normas e de aumentar ainda mais o nível de segurança para os usuários. Como os recursos são limitados e prioridades devem ser definidas, as seguintes ações preferenciais são recomendadas:

- ✓ Elaborar e documentar procedimentos operacionais padrão para todas as atividades do laboratório;
- ✓ Utilizar sinalização de emergência com indicação da saída do laboratório e a rota a ser seguida em situações críticas;
- ✓ Utilizar sinalizações de obrigação de condutas como lavar as mãos antes e depois das práticas, utilizar equipamentos de proteção e etc.;
- ✓ Utilizar sinalização de proibição de condutas como não comer dentro do laboratório;
- ✓ Elaborar um manual de segurança do laboratório;

Recomenda-se o monitoramento periódico desses elementos no laboratório feito por uma equipe de pessoas capacitadas, como uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), e os próprios usuários, identificando no mínimo uma vez ao ano as principais alterações que ocorrerem. Este monitoramento faz-se necessário por conta das mudanças que podem ocorrer no tempo.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13853: Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, 1997. 4 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16725:** Resíduo químico - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. Rio de Janeiro, 2014. 16 p.

BENATTI, M.C.C.; NISHIDE, V.M. Elaboração e Implantação do Mapa de Risco Ambiental para Prevenção de Acidentes do Trabalho em uma Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital Universitário. Rev. Latino-Am. Enfermag., v.8, nº 5, p.13-20, 2000.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria GM n.o 3.214, de 08 de junho de 1978. Norma Reguladora n.o 9. Dispõe sobre Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Portaria SSST nº. 25 de atualização de 29 de dezembro de 1995. Disponível em: https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%209%20-%20PPRA.pdf. Acesso em: 07. jul. 2019.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria GM n.o 3.214, de 08 de junho de 1978. Norma Reguladora nº. 5. Dispõe sobre Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.** Portaria SSST n.o 25 de atualização de 27 de maio de 1999. Disponível em: https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%209%20-%20PPRA.pdf. Acesso em: 07. jul. 2019.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria GM n.o 3.214, de 08 de junho de 1978. Norma Reguladora nº. 6.** Dispõe sobre Equipamentos de Proteção Individual. Portaria n.o 194 de atualização de 22 de dezembro de 2006. . Disponível em: https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%209%20-%20.pdf. Acesso em: 07. jul. 2019.

Classificação de Risco dos Agentes Biológicos. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. 2.ed. Brasília. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/classificacao_risco_agentes_biologicos_2ed.pdf. Acesso em: 07. jul. 2019.

Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil. **Normas Reguladoras.** Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 10. mar. julho de 2019.

L.A.D.B (Org.). SESI – SEBRAE. **Saúde e Segurança no Trabalho:** dicas de prevenção de acidentes e doenças no trabalho em micro e pequenas empresas. Brasília: SESI-DN, 2011.

BUSNARDO, R. G. **Biossegurança:** abordagem e ensino no contexto acadêmico. 2011. 195 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes**: uma abordagem holística. São Paulo: Atlas, 1999.

CROLW, Daniel A.; LOUVAR, Joseph F. **Segurança de processos químicos**: Fundamentos e Aplicações. 3ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2015

DUARTE, R. L. **Procedimento Operacional Padrão – A Importância de se padronizar tarefas nas BPLC – Curso de BPLC – Rio Branco-AC/2005**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acessado em: 23. jan. 2019.

EBSERH. **Manual de Padronização de POPs**. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ministério da Educação Manual de Padronização – Coordenado pela Secretaria Geral – Brasília: EBSERH – 1.ª edição – 2014, 16p. Disponível em: <http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/0/manualpadronizacaopops/356c2f1c-27d8-419d-9ddb-49b42607eb8b>. Acesso em: 15. out. 2019.

FIOCRUZ. **Tipos de Riscos**. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/tipos_de_riscos.html. Acesso em: 23. ago. 2019.

GOUREVITCH, Philip; MORRIS, Errol. **Procedimento Operacional Padrão: uma história de guerra**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

GOUVEIA, Adriana Lopes. **Normas e Rotinas Operacionais em Laboratório de Bioquímica. Universidade Federal de Viçosa** – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Departamento de Medicina e Enfermagem. Viçosa - Minas Gerais. 2014. Disponível em: <http://www.dem.ufv.br/wp-content/uploads/DEM-Laborat%C3%B3rio-de-Bioqu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em: 21. ago. 2019.

HC-UFTM. **Procedimento Operacional Padrão (POP): Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde**. Ministério da Educação, administrado pela Ebserh – Gerência de Resíduos do HC-UFTM – Versão 1.0. Uberaba, MG, 2016. p. 53. Disponível em: <http://www2.ebserh.gov.br/documents/147715/0/POP+Gerenciamento+de+Res%C3%ADduos.pdf/61b3fbc2-9f63-41d0-9ecc-d7a075dbd2fd>. Acesso em: 01. jul. 2019.

HIRATA, M.H.; MANCINI FILHO, J.B. **Manual de Biossegurança**. Barueri, SP: Manole, 2002. 495p.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 12ª. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MONERÓ, Tatiana. **Como Elaborar uma FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos)?**. Publicado em 26 de setembro de 2017. Disponível em: <https://br.lisam.com/pt-br/lisam/news/como-elaborar-uma-fispq-ficha-de-informa%C3%A7%C3%B5es-de-seguran%C3%A7a-de-produtos-qu%C3%ADmicos/>. Acesso em 15. out. 2019.

NAVARRO, MVT. **Conceito e Controle de Riscos à Saúde**. In: Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 37-75. ISBN 978-85-232-0924-7. Available from SciELO Book. Disponível em: http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/Navarro_Conceito_e_controle_de_Riscos_a_Saude.pdf. Acesso em: 23. fev. 2019.

PEREIRA, Lus Mário da Silva.; SANTOS, Marcílio Sampaio dos.; LEITE, Mércia Aurélio Gonçalves. **Mapa de Risco do Setor de Bioquímica do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Universitário Walter Cantídio**. Rev. Bras. Farm. Disponível em: http://www.rbfarma.org.br/files/rbfar91_1_25-36.pdf. Acesso em: 21. maio. 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FARMOCOGNOSIA (SBF). **Normas de Segurança no Laboratório**. Apostila de Aula Prática de Farmacognosia UFBA. Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Disponível em: http://www.sbfognosia.org.br/Ensino/Normas_de_seguranca.html. Acesso em: 21. maio. 2019.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**, Rio de Janeiro, FIOCRUZ, 1996.

U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (U.S. CBS). **Relatório de Explosão em laboratório da Universidade de Tecnologia do Texas, 2011**. Disponível em: <https://www.csb.gov/texas-tech-university-chemistry-lab-explosion/>. Acesso em: 31. maio. 2019.