

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**NAYARA DE OLIVEIRA BATISTA**

**SEGURANÇA NO LABORATÓRIO DE SANEAMENTO DA UTFPR  
CÂMPUS LONDRINA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LONDRINA**

**2017**

**NAYARA DE OLIVEIRA BATISTA**

**SEGURANÇA NO LABORATÓRIO DE SANEAMENTO DA UTFPR  
CÂMPUS LONDRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sueli Tavares de Melo Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Fabio Cezar Ferreira

**LONDRINA**

**2017**



## TERMO DE APROVAÇÃO

### Título do Trabalho de Conclusão de Curso

Segurança no Laboratório de Saneamento da UTFPR Câmpus Londrina

por

Nayara de Oliveira Batista

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em **22 de novembro de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado** (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

---

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro  
(UTFPR – Departamento de Engenharia Ambiental)

---

Prof. Dr. Fabiano Moreno Peres  
(UTFPR – Departamento de Engenharia de Materiais)

---

Profa. Dra. Sueli Tavares de Melo Souza  
(UTFPR – Departamento de Engenharia Ambiental)  
Orientadora

---

Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira  
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Ambiental

## **Agradecimentos**

À Deus, que sempre guiou os meus passos e a minha vida.

Aos meus pais (Solange e Vanildo) pelo apoio, amor, dedicação, ajuda financeira e por não me deixarem desistir nunca dos meus sonhos, seja através de um simples “empurrãozinho”, ou até mesmo pelo consolo nos momentos de desespero. Os pais se sentem felizes com a nossa felicidade.

À minha irmã (Nathalia) que sofreu com as minhas crises da faculdade e me admira tanto por achar que sou o seu espelho, estimulando desta forma a dedicação e empenho no curso tão difícil.

A todos os meus professores pelos ensinamentos.

Aos meus amigos e colegas pelo companheirismo.

À estagiária do laboratório (Elizabeth) pela ajuda prestada.

Ao Prof. Dr. Orlando de Carvalho Júnior por me deixar assistir suas aulas práticas.

À Prof. Dra. Tatiane Cristina Dal Bosco por disponibilizar os roteiros das suas aulas práticas e permitir fotografar suas aulas.

À Prof. Dra. Kátia Valéria Marques Cardoso Prates, pela ajuda nas análises microbiológicas.

À minha orientadora, Prof. Dra. Sueli Tavares de Melo Souza, pela sabedoria na condução deste trabalho.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Fabio Cezar Ferreira pela ajuda nas análises dos produtos químicos utilizados nas práticas.

Enfim, a todos que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

“Só sei que nada sei, e o fato de saber disso, me coloca em vantagem sobre aqueles que acham que sabem alguma coisa.” (SÓCRATES)

## RESUMO

BATISTA, N. de O. **Segurança no Laboratório de Saneamento da UTFPR Câmpus Londrina**. 2017. 86 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado Engenharia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

O presente trabalho verificou a segurança no Laboratório de Saneamento da UTFPR câmpus Londrina, localizado na Estrada dos Pioneiros, nº 3131 (Jardim Morumbi). O local foi analisado conforme as legislações vigentes de forma a tornar o ambiente laboratorial mais seguro para todas as atividades desenvolvidas (aulas práticas, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso, mestrado e pesquisa de modo geral). Foram feitas medições no laboratório relacionadas à temperatura, umidade e iluminância em três diferentes situações, bem como observações quanto ao preparo e descartes de reagentes. Houve também acompanhamento das aulas práticas, medições de ruído, análise do layout do laboratório, ergonomia dos usuários, análise microbiológica do esgoto. Durante as aulas observou-se a utilização de equipamentos de proteção coletiva e individual por parte dos usuários. Quanto aos produtos químicos utilizados no laboratório, separou-se após análise, doze produtos nocivos e através da FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) e da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) elaborou-se recomendações de manuseio e específicas no que diz respeito aos riscos em humanos e ao meio ambiente. Deste modo, foi elaborado um Mapa de Riscos (riscos físicos, riscos químicos, riscos biológicos, riscos ergonômicos e riscos de acidentes) com base em informações quantitativas e qualitativas coletadas, que é de extrema importância em qualquer ambiente. Por fim, foram propostas melhorias para o laboratório em questão visando o bem estar dos usuários e minimização dos riscos e dos acidentes.

**Palavras-chave:** Segurança. Laboratório de Saneamento. Medições. Análise de riscos. Mapa de Riscos.

## ABSTRACT

BATISTA, N. de O. **Safety at the UTFPR Câmpus Londrina Sanitation Laboratory.** 2017. 86 sheets. Course Completion Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2017.

The present study verified the safety at the UTFPR Sanitation Laboratory, Londrina, located at Pioneers Road, number 3131 (Morumbi Garden). The site was analyzed according to the current legislation in order to make the laboratory environment safer for all the activities developed (practical classes, scientific initiation, completion work, masters and research in general). Measurements were made in the laboratory related to temperature, humidity and illuminance in three different situations, as well as observations regarding the preparation and discard of reagents. There was also follow-up of practical classes, noise measurements, laboratory layout analysis, user ergonomics, and microbiological analysis of sewage. During the classes, the use of collective and individual protection equipment was observed by the users. As for the chemicals used in the laboratory, twelve harmful products were separated after analysis and through the FISPQ (Chemical Safety Data Sheet) and ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) were prepared handling and specific recommendations with regard to risks to humans and the environment. In this way, a Risks Map (physical risks, chemical risks, biological risks, ergonomic risks and accident risks) was elaborated based on quantitative and qualitative information collected, which is of extreme importance in any environment. Finally, improvements were proposed for the laboratory in question aiming the well being of users and minimizing risks and accidents.

**Keywords:** Security. Sanitation Laboratory. Measurements. Risk analysis. Risks Map.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists  
C – Celsius  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CIPA – Comissão Interna de prevenção de acidentes  
CLT– Consolidação das Leis do Trabalho  
cm – Centímetros  
dBA – Decibel (escalHA A)  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO – Demanda Química de Oxigênio  
EPC – Equipamento de proteção coletiva  
EPI – Equipamento de proteção individual  
FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos  
IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná  
IC – Iniciação científica  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
m – Metros  
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego  
NHO – Norma de Higiene Ocupacional  
NR – Norma Regulamentadora  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
OWAS – Ovako Working Analysis System  
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos  
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais  
RU – Restaurante Universitário  
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso  
TLV – Threshold Limit Values  
UEPB – Universidade Estadual da Paraíba  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
UnB – Universidade de Brasília  
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acidentes de Trabalho .....	21
Figura 2 - EPIs .....	23
Figura 3 - EPCs.....	23
Figura 4 - Grau do risco (grande, médio e pequeno) .....	31
Figura 5 - Diferentes tipos de risco em um mesmo ponto .....	31
Figura 6 - Risco presente em toda área .....	31
Figura 7 - Localização do Laboratório de Saneamento S-004 (UTFPR câmpus Londrina) .....	32
Figura 8 - Matriz para estimativa do risco .....	34
Figura 9 - Equipamentos utilizados .....	35
Figura 10 - Aula prática de Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	38
Figura 11 - Planta baixa do laboratório S-004 .....	45
Figura 12 - Disposição dos reagentes.....	47
Figura 13 - Disposição dos reagentes.....	47
Figura 14 - Disposição dos reagentes.....	48
Figura 15 - EPCs do Laboratório.....	49
Figura 16 - Exposição máxima diária permissível a ruídos (NR 15).....	54
Figura 17 - Pontos de medição com o luxímetro .....	55
Figura 18 - Céu nos dias observados (13 de setembro e 06 de outubro) .....	58
Figura 19 - Céu no dia 19 de outubro de 2017.....	59
Figura 20 - Preparo de reagentes .....	60
Figura 21 - Vidrarias: lavagem (A), descarte (B) e recomendações (C).....	61
Figura 22 - Usuários sem EPIs.....	62
Figura 23 - Antropometria em pé.....	64
Figura 24 - Antropometria sentado.....	64
Figura 25 – Ergonomia.....	65
Figura 26 - Análise de ergonomia com o método OWAS.....	66
Figura 27 - Análise de ergonomia com o método OWAS.....	66
Figura 28 - Análise de ergonomia com o método OWAS.....	67
Figura 29 - Análise de ergonomia com o método OWAS.....	68
Figura 30 - Análise de ergonomia com o método OWAS.....	68
Figura 31 - Descarte de reagentes.....	69
Figura 32 - Análise microbiológica .....	73
Figura 33 - Mapa de Riscos .....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de extintores de acordo com a classe do material.....	18
Quadro 2 - Acidentes em laboratórios.....	21
Quadro 3 - Agentes Físicos.....	26
Quadro 4 - Agentes Químicos.....	27
Quadro 5 - Agentes Biológicos.....	27
Quadro 6 - Agentes Ergonômicos.....	28
Quadro 7 - Agentes de Acidentes.....	29
Quadro 8 - Classificação dos principais riscos de acordo com padronização de cores.....	30
Quadro 9 - Critérios para gradação da probabilidade de ocorrência do dano (P).....	33
Quadro 10 - Critérios para gradação da gravidade do dano.....	33
Quadro 11 - Aulas práticas de Monitoramento Ambiental e seus respectivos reagentes.....	36
Quadro 12 - Hidróxido de amônio.....	39
Quadro 13 - Solução álcali-iodeto-azida.....	39
Quadro 14 - Ácido sulfúrico.....	40
Quadro 15 - Dicromato de Potássio.....	40
Quadro 16 - Sulfato Ferroso Amoniacal.....	41
Quadro 17 - Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 6N.....	41
Quadro 18 - Solução de N-(1-naftil)-etilenodiamino dihidroclorídrico.....	42
Quadro 19 - Molibdato de Amônia.....	42
Quadro 20 - Sulfanilamida.....	42
Quadro 21 - Solução padrão de Permanganato de Potássio.....	43
Quadro 22 - Ácido Sulfâmico.....	43
Quadro 23 - Ácido nítrico.....	44
Quadro 24 - Dados dos dias analisados.....	49
Quadro 25 - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 13 de setembro de 2017.....	50
Quadro 26 - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 06 de outubro de 2017.....	51
Quadro 27 - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 19 de outubro de 2017.....	51
Quadro 28 - Medição com decibelímetro.....	53
Quadro 29 - Medições com o luxímetro no dia 13 de setembro de 2017.....	56
Quadro 30 - Medições com o luxímetro no dia 06 de outubro de 2017.....	57
Quadro 31 - Medições com o luxímetro no dia 19 de outubro de 2017.....	58
Quadro 32 - Danos químicos.....	71
Quadro 33 - Resultado dos testes de coliformes.....	73
Quadro 34 - Procedimentos gerais para casos de acidentes.....	76

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1 SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL .....	15
3.2 LAYOUT EM LABORATÓRIOS .....	16
3.3 ACIDENTES DE TRABALHO .....	20
3.4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS .....	22
3.5 RISCOS AMBIENTAIS .....	25
3.5.1 Agentes Físicos .....	25
3.5.2 Agentes Químicos .....	26
3.5.3 Agentes Biológicos .....	27
3.5.4 Agentes Ergonômicos .....	27
3.5.5 Riscos de Acidentes .....	28
3.6 MAPA DE RISCOS .....	29
3.6.1 Elaboração de Mapa de Risco .....	30
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
4.1 PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NAS AULAS PRÁTICAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	36
4.2 AULAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	37
4.3 ANÁLISES DOS REAGENTES MAIS PERIGOSOS NA PRÁTICA DA DISCIPLINA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	38
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
5.1 ANÁLISE DO LAYOUT .....	45
5.1.1 Estrutura física do laboratório .....	45
5.1.2 Produtos químicos .....	46
5.1.3 Equipamentos de Proteção Coletiva .....	48
5.2 MEDIÇÕES COM EQUIPAMENTOS .....	49
5.2.1 Medição de temperatura e umidade .....	49
5.2.2 Medição de ruído .....	53
5.2.3 Medição de iluminância .....	54
5.3 PREPARO DE REAGENTES E LAVAGEM DAS VIDRARIAS .....	60
5.4 EPIS .....	62
5.5 ERGONOMIA .....	63
5.6 RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS .....	69
5.7 MAPA DE RISCOS .....	70
5.8 MELHORIAS PROPOSTAS .....	75

<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preservação da saúde e da segurança no ambiente de trabalho constitui uma das principais bases para o desenvolvimento adequado da força de trabalho, sendo indispensável quando se espera ter um ambiente produtivo e de qualidade (MONTEIRO et al, 2005).

O cumprimento das finalidades do ensino superior, embasadas na prioridade para o ensino, extensão e pesquisa, prevista no artigo 43, da Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, justificam a necessidade de se determinar um campo de organização e alternativas de oferecimento e desenvolvimento diversificadas, consistentes e que contemplem tanto os elementos da ciência, como os componentes do ensino. A prática laboratorial está inserida na formação dos cursos técnicos e superiores auxiliando na formação do aluno.

De acordo com Brandalize (2013), pode-se fazer uma analogia dos laboratórios de pesquisa, frequentados por professores, alunos de graduação, extensão e pós-graduação, com um estabelecimento (empresa) e seus empregados, nos quais incidem normas e diretrizes a cumprir.

Dentre os diferentes ambientes de trabalho, os laboratórios universitários são ambientes de trabalho particulares em função de seus objetivos, que são voltados para o ensino, pesquisa e extensão. Nestes ambientes laboratoriais estão presentes máquinas, equipamentos e produtos químicos, considerados fatores de risco em potencial, tais como riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e riscos de acidentes. Com isso, sujeitos as leis e normas de segurança do trabalho (RANGEL et al., 2014).

A incidência de acidentes em laboratórios, infelizmente é algo que comumente acontece. Tendo em vista reduzir os riscos, a frequência e gravidade desses acidentes, as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego devem ser seguidas e executadas, a fim de tornar o laboratório um ambiente adequado e seguro para a realização de atividades práticas.

O laboratório de Saneamento da UTFPR câmpus Londrina foi criado com o objetivo de proporcionar aos alunos e professores um ambiente propício para

atividades práticas relacionadas ao saneamento, de cunho importantíssimo para a pesquisa, ensino e extensão.

Logo, percebe-se a importância do laboratório em uma universidade e faz-se necessário a adequação para garantir a segurança do trabalho e integridade de professores, pesquisadores e alunos de um modo geral. Portanto, o presente trabalho irá avaliar os riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes através de análises qualitativas e quantitativas, bem como a utilização de um software para avaliar ergonomia dos alunos da disciplina de Monitoramento Ambiental. Estas análises são importantes pois, pretende-se propor procedimentos de trabalho, melhorias do layout e no ambiente.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a segurança e saúde do trabalho dos alunos e professores no laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) câmpus Londrina.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar layout do laboratório;
- Avaliar os riscos presentes na execução das atividades práticas e quantificar o ruído, a iluminação, a temperatura, a umidade e coliformes provenientes do esgoto utilizado nas aulas práticas da disciplina de Monitoramento Ambiental;
- Realizar a análise ergonômica através do software Ergolândia;
- Elaborar o mapa de risco através da combinação da gravidade com a probabilidade de ocorrência;
- Propor melhorias para o espaço físico e procedimentos de trabalho visando promover segurança e saúde do trabalho aos usuários deste laboratório.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SEGURANÇA DO TRABALHO NO BRASIL

No Brasil, em 1944, no governo Getúlio Vargas foi criada a Comissão Interna de prevenção de acidentes (CIPA), amparada por uma legislação específica no Decreto-Lei nº 7036, de 10 de novembro de 1944. Em 1953, a Portaria nº 155 regulamentou as ações da CIPA.

Nos dias de hoje, segurança e saúde no trabalho são assuntos muito discutidos, visto que são questões essenciais e indispensáveis para qualquer empresa, independente de seu porte. Através da implementação, a melhoria e a manutenção de um programa efetivo de segurança as empresas demonstram a importância concedida à sua equipe de trabalho. (ALVES, 2012)

A segurança do trabalho é regida atualmente através das Normas Regulamentadoras (NRs), propostas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, elaboradas por grupos e comissões (representantes do governo, empregadores e empregados). Existem obrigações, direitos e deveres que atuam na prevenção de acidentes identificando os fatores de risco que levam a ocorrência de acidentes e doenças, devendo ser seguidas tanto pelos empregadores e colaboradores.

O descumprimento às disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho ocasiona ao empregador penalidades previstas na legislação vigente. Estas empresas podem ser privadas, públicas ou órgãos públicos da administração direta e indireta, assim como órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que tenham empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). O artigo nº 154 ao 200 do capítulo 5 da CLT trata da segurança e saúde do trabalho com base na Lei nº 6514 de 22 de dezembro de 1977.

A abordagem integrada das questões de segurança do trabalho, ambiente e cultura representa na atualidade um grande desafio para melhorar os ambientes de trabalho e reduzir acidentes. Por outro lado, um sistema de produção, qualquer que seja ele, não é sustentável quando o ambiente em que

os trabalhadores exercem suas atividades não é seguro e saudável, cause mortes, mutilações e doenças da força de trabalho (GONÇALVES FILHO et al, 2011).

### 3.2 LAYOUT EM LABORATÓRIOS

A palavra laboratório foi adaptada do francês *laboratoire* que designa lugar onde são realizadas experiências. O elemento de composição desta palavra é o prefixo *labor* – cujo significado é realizar a custa de esforço ou trabalho, trabalhar com cuidado. É também derivada do latim científico *laboratorium*, cujo significado é local de trabalho, onde a atividade laboratorial implica não somente em fazer com as mãos, sentir e experimentar, mas, também, está relacionada à análise criteriosa e à articulação da teoria com a prática (SCHWAH; OAIGEN, 2009).

Os laboratórios tendem a propiciar aos alunos o desenvolvimento prático, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem e construção acadêmica de forma ampla, propiciando ao mesmo executar e vivenciar, de maneira palpável, procedimentos e técnicas que possam desenvolver de fato as habilidades e aptidões pertinentes à formação profissional.

Segundo a CETESB (1983), para laboratórios de água a segurança não pode ser garantida unicamente por um conjunto de regras operacionais, é necessário integrar as atividades, as instalações e os riscos existentes.

Conforme a NR 8 do Ministério do Trabalho e Emprego, a montagem de um laboratório deve apresentar todos os quesitos de segurança, para que seja funcional e eficiente. De acordo com o item 8.3.1, o piso deve ser impermeável, antiderrapante e não apresentar saliências ou depressões que atrapalhem a circulação. No item 8.2, o teto precisa respeitar as indispensabilidades do laboratório quanto à passagem de tubulações, luminárias e demais recursos atendendo as condições de conforto, segurança e salubridade.

Mariano et al (2012), recomenda que as janelas sejam localizadas acima das bancadas e equipamentos numa altura de 1,20 metros do nível do piso e que a área de ventilação e iluminação seja proporcional à área do laboratório. Os raios solares deverão ser controlados por anteparos como persianas e anteparos externos,

devendo-se evitar materiais inflamáveis. As janelas devem estar afastadas das áreas de trabalhos e equipamentos afetados pela circulação do ar. Ainda salienta que, as bancadas de laboratórios tenham uma profundidade aproximada de 0,70 m, a altura aproximada de 0,90 m para atividades em pé e 0,75 m para atividades sentadas. Deve-se prever uma distância de aproximadamente 0,40 m entre bancadas laterais, paredes e também no meio de bancadas centrais para não criar áreas de confinamento.

A NR 10 orienta que as instalações elétricas sejam externas as paredes para facilitar a manutenção. Os circuitos elétricos devem ser protegidos contra umidade e agentes corrosivos, o quadro de força deve ficar em local visível e de fácil acesso, além da fiação ser isolada com material antichama. A instalação deve ter um sistema de aterramento, as tomadas devem ser diferenciadas pela voltagem e nas áreas onde se manipulam produtos explosivos ou inflamáveis a instalação elétrica deverá ser projetada para prevenir riscos de incêndio e explosão (item 10.2.3).

De acordo com o item 17.3.2 da NR 17, para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos: ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento; ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador; ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

O item 17.5.3.3 da NR 17 estabelece na norma NBR 5413 da ABNT que o nível de iluminação recomendado é de 500 a 1000 lux, devendo ser evitados a incidência de reflexos ou focos de luz. As lâmpadas podem ser embutidas no forro e as lâmpadas fluorescentes devem ter proteção para evitar a queda sobre a bancada ou piso do laboratório. A NBR 5413 foi atualizada para a NBR 8998-1 (2013), porém para laboratórios o valor mínimo se manteve 500 lux.

Já no item 17.5.2, os locais onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, devem atender as seguintes condições de conforto: níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no

INMETRO, que prevê para laboratórios ruído entre 40 e 50 decibéis; índice de temperatura efetiva entre 20° C e 23° C; velocidade do ar não superior a 0,75m/s e umidade relativa do ar não inferior a 40%.

Levando em consideração o item 23.1 da NR 23, todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis. De acordo com o item 23.2 o ambiente deve dispor de um número de saídas suficientes e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência.

Para a prevenção de incêndios, existem vários tipos de extintores, os quais se diferem de acordo com a classe do incêndio.

Além dos tipos de extintores mais usuais (Quadro 1), também há o tipo “D” para combustíveis e metais pirofóricos, onde segundo Firex (2017) o incêndio é extinto através do isolamento entre o metal, a atmosfera e o resfriamento, podendo ser utilizado nos seguintes materiais: sódio, zinco, magnésio, potássio, bário, cálcio, alumínio, zircônio e titânio, não podendo ser utilizado para lítio devido ao agravamento do incêndio.

**Quadro 1** - Tipos de extintores de acordo com a classe do material

Material a apagar	Extintor de Água	Extintor de Pó Químico “BC”	Extintor de CO <sub>2</sub> (gás carbônico)	Extintor de Espuma Mecânica
Materiais sólidos 	Sim (excelente)	Não (só para pequenos incêndios de superfície)	Não (só para pequenos incêndios de superfície)	Sim (excelente)
Líquidos inflamáveis e hidrocarburetos 	Não (o líquido incentiva o fogo)	Sim (excelente, inclusive para gases liquefeitos)	Sim (excelente)	Sim (excelente)
Fogo de origem elétrica 	Não (condutor de eletricidade)	Sim (excelente, a única desvantagem é que deixa resíduo)	Sim (excelente)	Não (eletricidade)

Fonte: Adaptado de SILVA (2016)

Conforme Mariano et al (2012), o laboratório também precisa de projeto adequado para sistema de exaustão e ventilação incluindo coifas, capelas, ar condicionado, exaustores e ventiladores. O projeto de ventilação deve contemplar a

troca contínua de ar fornecido ao laboratório evitando as concentrações das substâncias odoríferas ou tóxicas.

Segundo Gimenez et al (2009) a variedade de riscos nos laboratórios é muito ampla devido a presença de substâncias letais, tóxicas, corrosivas, irritantes, inflamáveis, além da utilização de equipamentos que fornecem determinados riscos, como alteração de temperatura (mufla e estufa), radiações e ainda trabalhos que utilizam agentes biológicos e patogênicos.

De acordo com o Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação (OLIVEIRA et al, 2007) há algumas recomendações gerais, como:

- Os reagentes compatíveis devem ser estocados, separados por classes;
- Produtos inflamáveis e explosivos deverão ser mantidos a grandes distâncias de produtos oxidantes;
- Não devem ser estocados produtos químicos voláteis em locais em que incida a luz solar direta;
- As vidrarias não devem ser estocadas junto aos reagentes;
- Não deve ser permitida a armazenagem de produtos não identificados, bem como o armazenamento de produtos sem data de validade;
- Deverá ser feita a verificação permanente dos prazos de validade dos produtos e a remoção dos reagentes vencidos;
- Deverá ser evitado o armazenamento de reagentes em lugares altos e de difícil acesso;
- Manter disponível e de fácil acesso as FISPQs dos reagentes para consultas.

O laboratório gera resíduos provenientes dos restos de amostras analisadas, deste modo, conforme Verga Filho (2008) deve-se procurar reduzir ao mínimo a geração de resíduos, utilizando apenas o necessário e suficiente de amostra para análise e, sempre que possível adotar métodos analíticos com um mínimo de amostras, proibindo-se o descarte de resíduos tóxicos no esgoto.

De acordo com a NR 25, item 25.2 a empresa (no caso o laboratório) deve buscar a redução da geração de resíduos por meio da adoção das melhores práticas tecnológicas e organizacionais disponíveis. O item 25.3.2 dispõe que os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser

adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados à adequada disposição final pela empresa (universidade).

Por fim, a NR 26 regulamenta a sinalização de segurança, determinando cores, classificação, rotulagem preventiva e ficha com dados de segurança de produto químico. Além disso, o item 26.2.4 prevê que os trabalhadores devem receber treinamento de maneira a compreender a rotulagem preventiva e a ficha com dados de segurança do produto químico e também sobre os perigos, riscos, medidas preventivas para o uso seguro e procedimentos para atuação em situações de emergência com o produto químico.

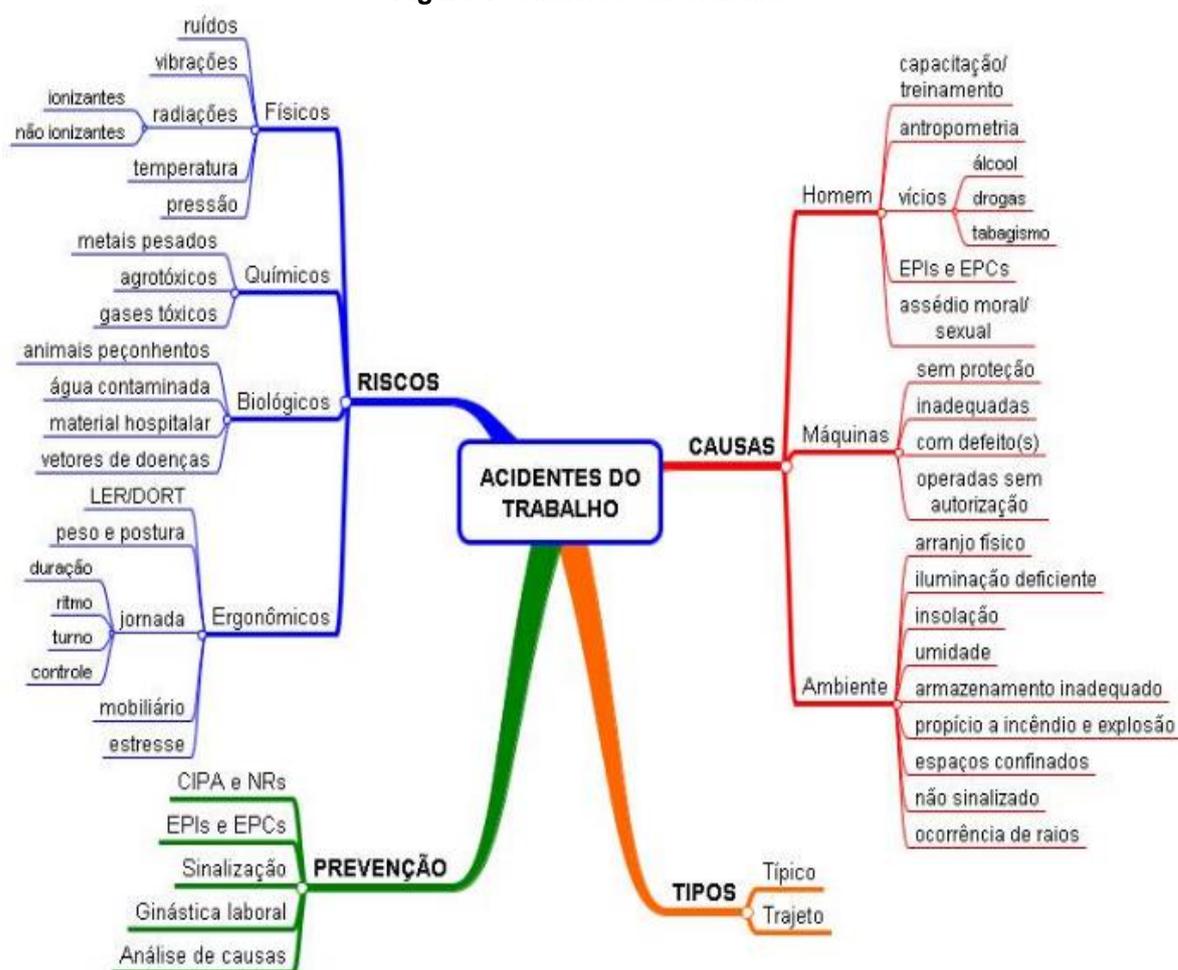
### 3.3 ACIDENTES DE TRABALHO

Conforme Oliveira (2003), a incidência de acidentes relacionada ao cometimento de erros no trabalho não é pequena no universo dos acidentes registrados e estudados. Desta forma, milhares de trabalhadores morrem ou sofrem mutilações todos os anos no Brasil e em outras partes do mundo, em decorrência de acidentes do trabalho cujas causas vão desde a precariedade das condições físicas do ambiente onde o trabalho se realiza às diversas formas de distorções em sua forma de organização, até os comportamentos inadequados dos trabalhadores, traduzidos em erros comprometedores na execução de suas tarefas. Assim, a inclusão do comportamento dos trabalhadores no conjunto dos fatores causais de acidentes do trabalho, quando cabível, de forma alguma significa debitar aos trabalhadores acidentados a culpa pelos acidentes e, conseqüentemente, pelos danos deles decorrentes, incluindo invalidez e morte.

A Lei nº 8.213 de 1991, prevê no artigo 19 que acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais (produtores rurais e pescador artesanal e seus cônjuges e/ou filhos que trabalhem com o grupo familiar respectivo), provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Apesar de todos os esforços em adotar ações preventivas, elas ainda não são suficientes para proteger a vida e a segurança do trabalhador completamente. A Figura 1 ilustra os acidentes de trabalho.

Figura 1 - Acidentes de Trabalho



Fonte: COUTO (2004)

O Ministério da Previdência Social divulgou o anuário estatístico da Previdência Social em 2012, para contabilizar e comparar, por exemplo, o número de acidentes de trabalho em laboratórios entre 2008 e 2011 (Quadro 2).

Quadro 2 - Acidentes em laboratórios

Ano	Acidentes em laboratórios	Total de acidentes no Brasil	Porcentagem em relação ao total
2008	703	757980	0,093
2009	696	733365	0,095
2010	751	709474	0,106
2011	751	711164	0,106

Fonte: Adaptado de BRADALIZE (2013)

Apesar de acidentes de trabalho em instituições de ensino superior não serem registrados com tanta frequência no Brasil, em 2010 ocorreu uma explosão no laboratório de química da UFMG (Pampulha) enquanto um estudante manuseava um reagente que estava guardado na geladeira. A explosão foi provocada pelo motor da mesma, acarretando queimaduras e ferimentos no rosto do jovem (UFMG, 2010).

Ainda segundo a UFMG (2010), a estocagem de líquidos inflamáveis não deve ser feita em geladeiras domésticas, devido aos riscos envolvidos. A refrigeração não evita a formação de vapores altamente inflamáveis e a estocagem deve ser feita em recipientes adequados, em armários destinados a essa finalidade, e em local afastado e bem ventilado. No Brasil, são comuns os laboratórios de universidades utilizarem geladeiras domésticas para fins de armazenagem de produtos químicos devido ao preço das geladeiras apropriadas. As geladeiras apropriadas são chamadas “blindadas” (explosion-proof).

Em 2012 segundo o Portal G1 (Globo), foi registrado na UnB localizada no Distrito Federal outro acidente, desta vez envolvendo uma estudante de graduação e um pesquisador de mestrado, onde os mesmos foram atingidos por uma garrafa que sofreu reações químicas inesperadas no laboratório de pesquisas em combustíveis.

Na UEPB em fevereiro de 2017, também de acordo com o Portal G1, uma aluna sofreu queimaduras no rosto e braços enquanto manuseava uma substância química. A aluna estava com um recipiente na mão caminhando, quando houve uma explosão de pequeno porte, a suspeita é de que as queimaduras tenham sido provocadas pelo vapor gerado na explosão.

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS

Para que a segurança seja efetiva com eliminação ou minimização dos riscos, além da adoção de medidas técnicas e normativas, a educação é o caminho para instrumentalizar o indivíduo na assimilação da prática preventiva no ambiente de trabalho (RANGEL et al, 2014).

Conforme Orselli (2013), em um ambiente cotidiano profissional insalubre, inseguro, sem ergonomia, desorganizado, com estresse, pressão, clima de ansiedade, exigência de metas e outras, podem levar o profissional a adquirir

doenças imunológicas, doenças ósteos musculares, doenças neurovegetativas, doenças nervosas, doenças coronarianas, síndrome do pânico e até dependência de drogas e álcool.

É de extrema importância conhecer os riscos para poder determinar formas de prevenir e minimizar os mesmos. Uma das formas de proteção e de minimização é a utilização dos EPIs e EPCs. As figuras 2 e 3 ilustram alguns EPIs e EPCs.

**Figura 2 - EPIs**



Fonte: Adaptado de MAYRA (2014) e GRICHENO (2017)

**Figura 3 - EPCs**



Fonte: Adaptado de PROLAB (2014) e BRESSI (2017)

De acordo com a NR 1, item 1.8 cabe ao empregado cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde do trabalho, inclusive as ordens

de serviço expedidas pelo empregador; usar o EPI fornecido pelo empregador; submeter-se aos exames médicos previstos nas NRs e colaborar com a empresa na aplicação das NRs.

Ruppenthal (2013) descreve que para cada risco analisado deve-se buscar determinar:

- Os eventos acidentais a ele associados;
- As consequências da ocorrência desses eventos;
- As causas básicas e os eventos intermediários;
- Os modos de prevenção das causas básicas e eventos intermediários;
- Os modos de proteção e controle, dada a ocorrência das causas básicas e eventos intermediários.

Ainda segundo o autor, deve ser feita uma estimativa qualitativa preliminar do risco associado a cada sequência de eventos, a partir da estimativa da frequência e da severidade da sua ocorrência:

- Rever problemas conhecidos; revisar a experiência passada em sistemas similares ou análogos, para determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido;
- Revisar a missão;
- Atentar para os objetivos, as exigências de desempenho, as principais funções e procedimentos, os ambientes onde se darão as operações;
- Determinar os riscos principais e se estes riscos possuem potencialidade para causar direta e imediatamente lesões, perda de função, danos a equipamentos, perda de material;
- Determinar os riscos iniciais e contribuintes (para cada risco principal detectado, elaborar as séries de riscos, determinando os riscos iniciais e contribuintes);
- Revisar os meios de eliminação ou controle dos riscos;
- Elaborar uma revisão dos meios possíveis, procurando as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema;
- Analisar os métodos de restrição de danos, considerando os métodos possíveis mais eficientes na restrição geral de danos, no caso de perda de controle sobre os riscos;

- Indicar quem levará a cabo às ações corretivas e indicar claramente os responsáveis pelas ações corretivas, designando as atividades que cada unidade deverá desenvolver.

### 3.5 RISCOS AMBIENTAIS

De acordo com o item 9.1.5 da NR 9, 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. Mesmo não sendo contemplados na NR 9, deve-se incluir os riscos ergonômicos e os riscos de acidentes.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) foi definido pela Secretária de Segurança e Saúde do Trabalho, do Ministério do Trabalho, por meio da NR 9, Portaria 3.214/78, tendo por objetivo definir uma metodologia de ação para garantir a preservação da saúde e integridade dos trabalhadores expostos aos riscos presentes nos ambientes de trabalho.

#### 3.5.1 Agentes Físicos

De acordo com o item 9.1.5.1, consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som. Para Brandalize (2013), ruídos e temperaturas extremas são mais comumente identificados nos locais de trabalho.

No Quadro 3, os riscos físicos são associados as consequências.

**Quadro 3 - Agentes Físicos**

<b>Riscos Físicos</b>	<b>Consequências</b>
Ruído	Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, problemas do aparelho digestivo, taquicardia e perigo de infarto.
Vibrações	Cansaço, irritação, dores nos membros, dores na coluna, doença do movimento, artrite, problemas digestivos, lesões ósseas, lesões dos tecidos moles, lesões circulatórias, etc.
Calor	Taquicardia, aumento de pulsação, cansaço, irritação, intermação (afecção orgânica produzida pelo calor), prostração térmica, choque térmico, fadiga térmica perturbações das funções digestivas, hipertensão, etc.
Radiações ionizantes	Alterações celulares, câncer, fadiga, problemas visuais.
Radiações não-ionizantes	Queimaduras, lesões nos olhos, na pele e nos outros órgãos.
Umidade	Doenças do aparelho respiratório, quedas, doenças na pele, doenças circulatórias.
Frio	Fenômenos vasculares periféricos, doenças do aparelho respiratório, queimaduras pelo frio.

Fonte: Adaptado de SANTOS (2017)

### 3.5.2 Agentes Químicos

Na NR 9 consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

No anexo XI da NR 15 (Atividades e Operações Insalubres), a insalubridade devido aos agentes químicos é caracterizada por limite de tolerância e pela inspeção no local de trabalho.

Os modos de contaminação por agentes químicos se dão por três formas de contato: via respiratória, via cutânea e via digestiva.

O Quadro 4 apresenta alguns riscos químicos e suas consequências.

**Quadro 4 - Agentes Químicos**

<b>Riscos Químicos</b>	<b>Consequências</b>
Poeiras minerais Ex.: sílica, asbesto, carvão, minerais	Silicose (quartzo), asbestose (amianto) e pneumoconiose dos minérios de carvão
Poeiras vegetais Ex.: algodão, bagaço de cana-de-açúcar	Bissinose (algodão), bagaçose (cana-de-açúcar), etc.
Poeiras alcalinas Ex.: calcário	Doença pulmonar obstrutiva crônica e enfisema pulmonar
Fumos metálicos	Doença pulmonar obstrutiva crônica, febre de fumos metálicos e intoxicação específica, de acordo com o metal.
Névoas, gases e vapores (substâncias compostas, compostos ou produtos químicos em geral)	Irritantes: irritação das vias aéreas superiores. Ex.: ácido clorídrico, ácido sulfúrico, amônia, soda cáustica, cloro, etc. Asfixiantes: dores de cabeça, náuseas, sonolência, convulsões, coma, morte. Ex.: hidrogênio, nitrogênio, hélio, metano, acetileno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, etc. Anestésicos: (a maioria dos solventes orgânicos). Ação depressiva sobre o sistema nervoso, danos aos diversos órgãos, ao sistema formador do sangue, etc. Ex.: butano, propano, aldeídos, cetonas, cloreto de carbono, benzeno, álcoois, etc.

Fonte: SANTOS (2017)

### 3.5.3 Agentes Biológicos

Segundo a NR 9, item 9.1.5.43, consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros. O Quadro 5 demonstra alguns riscos biológicos e suas consequências.

**Quadro 5 - Agentes Biológicos**

<b>Riscos biológicos</b>	<b>Consequências</b>
Vírus, bactérias e protozoários	Doenças infecto-contagiosas. Ex.: hepatite, cólera, amebíase, AIDS, tétano, etc.
Fungos e bacilos	Infecções variadas externas (na pele, ex.: dermatites) e internas (ex.: doenças pulmonares)
Parasitas	Infecções cutâneas ou sistêmicas, podendo causar contágio.

Fonte: SANTOS (2017)

### 3.5.4 Agentes Ergonômicos

Ilda (2005) relata que os domínios de especialização da ergonomia são três: física, cognitiva e organizacional. A ergonomia física diz respeito às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica relacionadas com a atividade física, enquanto que a ergonomia cognitiva retrata os processos da mente (percepção, memória, raciocínio e resposta motora, por exemplo) ligados as

interações entre seres humanos e outros elementos. Contudo, a ergonomia organizacional diz respeito a otimização dos sistemas sócio técnicos, contendo estruturas organizacionais, políticas e de processos.

Uma das ferramentas ergonômicas é o método OWAS. Para Cruz et al (2015) trata-se de sistema prático desenvolvido em 1977 por três pesquisadores finlandeses que trabalhavam em uma siderúrgica: Karku, Kansi e Kuorinka. O método consiste na análise das posturas principais, as quais podem ser observadas e são resultantes de diferentes combinações entre dorso, braços e pernas.

A ergonomia visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (item 17.1 da NR 17). O Quadro 6 exemplifica alguns riscos ergonômicos e suas consequências.

**Quadro 6 - Agentes Ergonômicos**

<b>Riscos ergonômicos</b>	<b>Consequências</b>
Esforço físico, levantamento e transporte manual de pesos, exigências de postura	Cansaço, dores musculares, fraquezas, hipertensão arterial, diabetes, úlcera, doenças nervosas e problemas da coluna vertebral.
Ritmos excessivos de trabalho de turno e noturno, monotonia e repetitividade, jornada prolongada, controle rígido de produtividade, outras situações (conflitos, ansiedade, responsabilidade)	Cansaço, dores musculares, fraquezas, alterações do sono e do libido e da vida social, com reflexos na saúde e no comportamento, hipertensão arterial, taquicardia, cardiopatia (angina, infarto), diabetes, asma, doenças nervosas, doenças do aparelho digestivo (gastrite, úlcera, etc.), tensão, ansiedade, medo, comportamentos estereotipados.

Fonte: SANTOS (2017)

### 3.5.5 Riscos de Acidentes

Os riscos de acidentes são ocasionados por condições não favoráveis, que muitas vezes ocorrem por acaso, podendo causar lesões ao trabalhador. O Quadro 7 mostram os riscos associados as suas consequências.

**Quadro 7 - Agentes de Acidentes**

<b>Riscos de Acidentes</b>	<b>Consequências</b>
Arranjo físico inadequado	Acidentes e desgaste físico excessivo
Máquinas sem proteção	Acidentes graves
Iluminação deficiente	Fadiga, problemas visuais e acidentes de trabalho
Ligações elétricas deficientes	Curto-circuito, choque elétrico, incêndio, queimaduras, acidentes fatais
Armazenamento inadequado	Acidentes por estocagem de materiais sem observação das normas de segurança
Ferramentas defeituosas ou inadequadas	Acidentes, principalmente com repercussão nos membros superiores
Equipamentos de proteção individual inadequado	Acidentes e doenças profissionais
Animais peçonhentos (escorpiões, aranhas, cobras)	Acidentes por animais peçonhentos

Fonte: SANTOS (2017)

### 3.6 MAPA DE RISCOS

Conforme Mattos e Freitas (1994), o mapeamento de risco surgiu na Itália no final da década de 60 e no início da década de 70, através do movimento sindical, com origem na *Federazione dei Lavoratori Metalmeccanici* (FLM) que, na época, desenvolveu um modelo próprio de atuação na investigação e controle das condições de trabalho pelos trabalhadores, o conhecido "Modelo Operário Italiano". Tal modelo tinha como intuito a criação de grupos homogêneos, a experiência ou subjetividade operária, a validação consensual e a não-delegação, possibilitando assim a participação dos trabalhadores nas ações de planejamento e controle da saúde nos locais de trabalho, não delegando tais funções aos técnicos e valorizando a experiência e o conhecimento do operário existente.

De acordo com Muniz et al (2013), o Mapa de Riscos chegou ao Brasil no início da década de 80.

Existem duas versões quanto à sua introdução no Brasil. A primeira, atribui tal feito às áreas sindical e acadêmica, através de David Capistrano, Mário Gawryzewski, Hélio Baís Martins Filho e do Departamento Intersindical de Estudos em Saúde e Ambiente de Trabalho (MATTOS E FREITAS, 1994).

Conforme a Portaria nº 05, de 17 de agosto de 1992, do Ministério do Trabalho e Emprego, a elaboração do Mapa de Riscos é obrigatória para empresas com grau de risco e número de empregados que exijam a constituição de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

O Mapa de Riscos é a representação gráfica dos riscos de acidentes nos diversos locais de trabalho, inerentes ou não ao processo produtivo, devendo ser afixado em locais acessíveis e de fácil visualização no ambiente de trabalho, com a finalidade de informar e orientar todos os que ali atuam e outros que, eventualmente, transitam pelo local. No Mapa de Riscos, os círculos de cores e tamanhos diferentes mostram os locais e os fatores que podem gerar situações de perigo em função da presença de agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes (Manual de Elaboração de Mapa de Risco, 2017).

### 3.6.1 Elaboração de Mapa de Risco

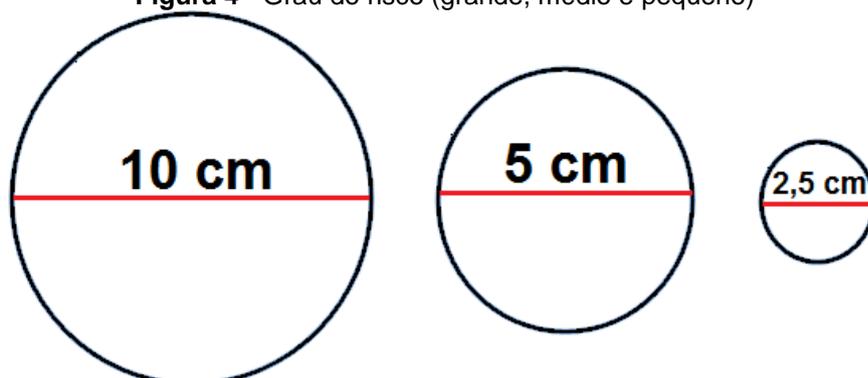
Conforme o Manual de Elaboração de Mapa de Risco (2017), após o estudo dos tipos de risco, deve-se percorrer as áreas a serem mapeadas, ouvindo as pessoas acerca de situações de riscos de acidentes de trabalho. Também é preciso marcar os locais dos riscos informados em cada área. Os riscos são caracterizados graficamente por cores e círculos.

Depois disso, ainda conforme tal manual, deve-se colocar os círculos na planta ou croqui para representar os riscos. O tamanho do círculo representa o grau do risco, a cor do círculo representa o tipo de risco, conforme Quadro 8. Os círculos podem ser desenhados ou colados, sendo importante que os tamanhos e as cores correspondam aos graus e tipos (Figura 4). Cada círculo deve ser colocado na parte do mapa onde existe o problema.

**Quadro 8** - Classificação dos principais riscos de acordo com padronização de cores

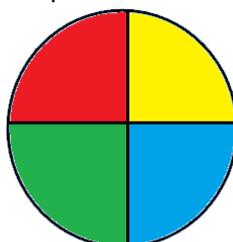
<b>Grupo 1: verde</b>	<b>Grupo 2: vermelho</b>	<b>Grupo 3: marrom</b>	<b>Grupo 4: amarelo</b>	<b>Grupo 5: azul</b>
Agentes físicos	Agentes químicos	Agentes biológicos	Agentes ergonômicos	Riscos de acidentes

Fonte: Adaptado Manual de Elaboração de Mapa de Risco (2017)

**Figura 4 - Grau do risco (grande, médio e pequeno)**

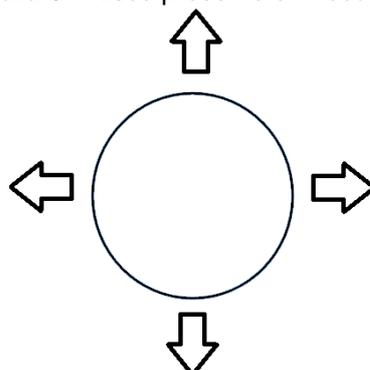
Fonte: Própria autora

De acordo com Prestes (2009) caso haja vários riscos em um mesmo ponto da planta, sendo causados por um ou vários agentes, não é necessário desenhar vários círculos, desde que os riscos apresentem a mesma intensidade. Por isso, pode-se ter diferentes tipos de risco em um mesmo ponto (Figura 5).

**Figura 5 - Diferentes tipos de risco em um mesmo ponto**

Fonte: Própria autora

Caso um risco esteja presente em toda a área analisada, pode-se colocar o círculo no centro da área, e acrescentar setas nas bordas, indicando que aquele problema se espalha por toda a área (Figura 6).

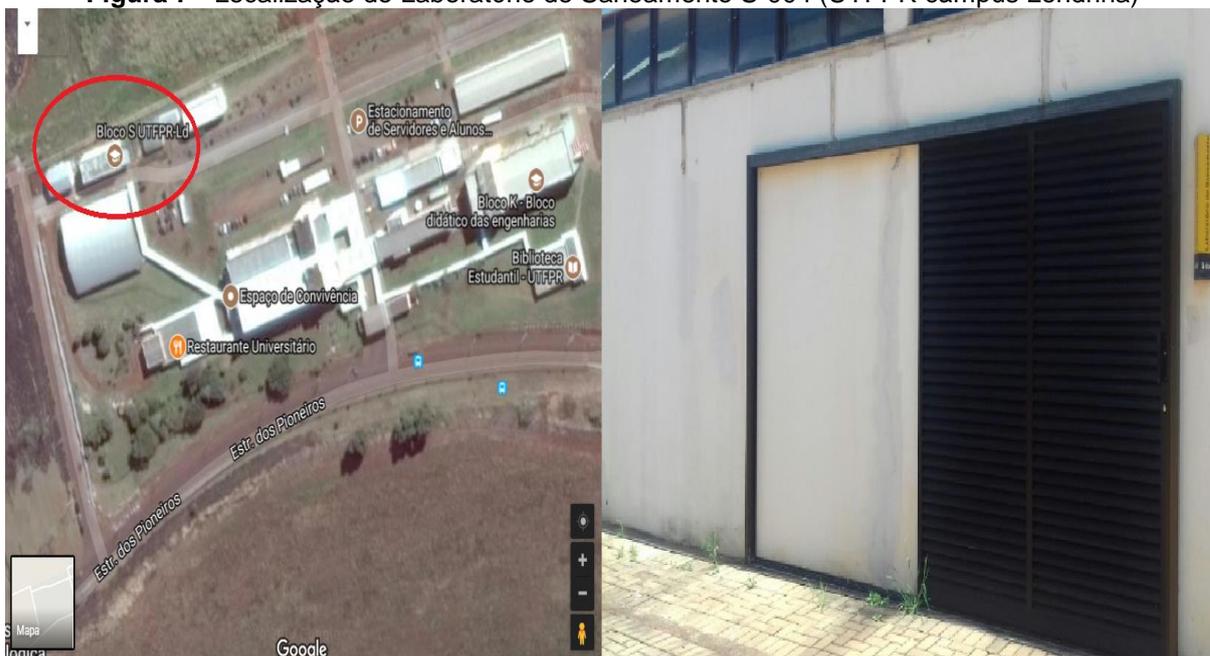
**Figura 6 - Risco presente em toda área**

Fonte: Própria autora

## 4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Saneamento S-004 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (câmpus Londrina) situada na Estrada dos Pioneiros, nº 3131 – Jardim Morumbi (Figura 7).

**Figura 7 -** Localização do Laboratório de Saneamento S-004 (UTFPR câmpus Londrina)



Fonte: Adaptado de Google Maps (2017) e Própria autora

Para saber a situação do ambiente escolhido, foi feito um levantamento no Laboratório de Saneamento de modo a atender as recomendações das legislações vigentes. De acordo com as medições e observações feitas, foram quantificados e qualificados os riscos (pequeno, médio e grande) propiciando desta forma a elaboração do mapa de risco.

Classificou-se os riscos encontrados de acordo com a gravidade, normas vigentes, observações e medições realizadas. Utilizou-se os critérios de probabilidade (Quadro 9) e gravidade (Quadro 10).

**Quadro 9** - Critérios para gradação da probabilidade de ocorrência do dano (P)

P (Índice de probabilidade)	Critério Utilizado		
	Perfil de exposição qualitativo	Porcentagem	Fator de proteção
<b>1</b> Altamente improvável	Exposição baixa.	Inferior a 10%.	As medidas de controle existentes são adequadas e eficientes.
<b>2</b> Improvável	Exposição moderada.	Estimada entre 10% e 50%.	As medidas de controle existentes são adequadas e eficientes.
<b>3</b> Pouco provável	Exposição significativa ou importante.	Estimada entre 50% e 100%.	As medidas de controle existentes e são adequadas, mas apresentando desvios ou problemas significativos, a eficiência é duvidosa.
<b>4</b> Provável	Exposição excessiva.	Estimada acima de 100%.	Medidas de controle inexistentes ou as medidas existentes são reconhecidamente inadequadas.

Fonte: Adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800 (1996)

**Quadro 10** - Critérios para gradação da gravidade do dano

Gravidade do possível dano (Índice de gravidade do dano)	Critério utilizado (genérico)
<b>1 Reversível Leve</b>	Lesão ou doença leves, com efeitos reversíveis levemente prejudiciais.
<b>2 Reversível Severo</b>	Lesão ou doença sérias, com efeitos reversíveis severos e prejudiciais.
<b>3 Irreversível</b>	Lesão ou doença críticas, com efeitos irreversíveis severos e prejudiciais que podem limitar a capacidade funcional.
<b>4 Fatal ou Incapacitante</b>	Lesão ou doença incapacitante ou fatal.

Fonte: Adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800 (1996)

A partir da combinação dos valores atribuídos para probabilidade (P) e gravidade (G) do dano, estimou-se e definiu-se a categoria de cada risco (Figura 8).

**Figura 8 - Matriz para estimativa do risco**

<b>P R O B A B I L I D A D E (P)</b>	<b>4 Provável</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO CRÍTICO</b>
	<b>3 Pouco provável</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO ALTO</b>
	<b>2 Improvável</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>
	<b>1 Altamente improvável</b>	<b>RISCO IRRELEVANTE</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>
		<b>1 Reversível Leve</b>	<b>2 Reversível Severo</b>	<b>3 Irreversível</b>	<b>4 Fatal ou Incapacitante</b>
		<b>GRAVIDADE (G)</b>			

Fonte: Adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800 (1996)

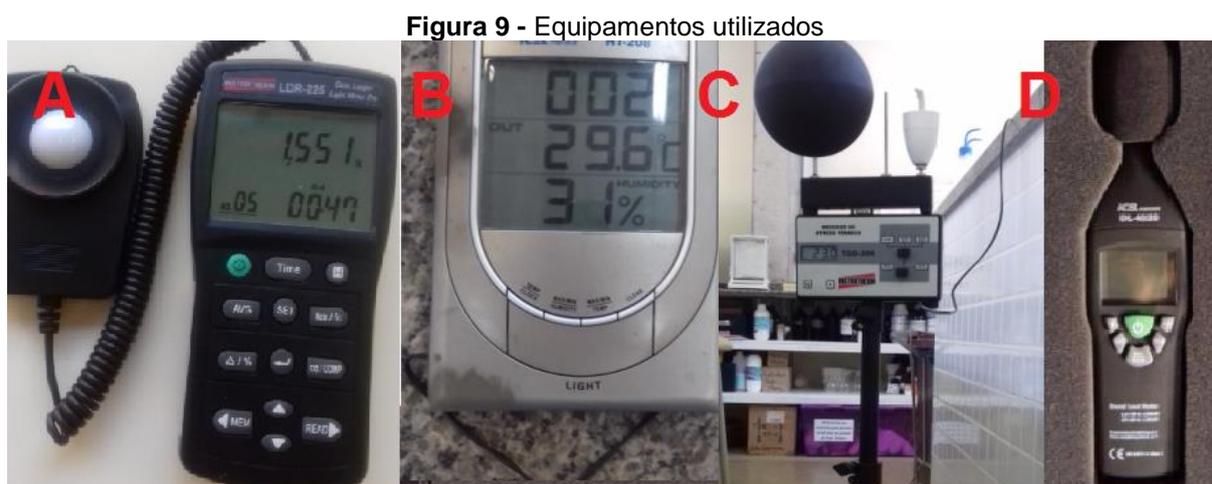
Acompanhou-se as práticas realizadas nas aulas ministradas para os alunos de graduação de Engenharia Ambiental, sendo estas da disciplina de Monitoramento Ambiental e Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos, visando verificar a utilização dos EPIs adequados, a postura dos alunos e professor, manuseio com vidrarias, exposição ao ruído, temperatura e solução específica da prática.

Houve também o acompanhamento da preparação da solução e descarte em cada prática para as aulas da disciplina de Monitoramento Ambiental, possibilitando desta forma analisar a exposição da estagiária, professor e alunos.

Realizou-se análises microbiológicas do esgoto utilizado em aulas práticas, sendo feito o teste dos tubos múltiplos: presuntivo (presença ou não de coliformes), confirmativo (confirmação da presença de coliformes totais) e complementar (confirmação da presença de coliformes termotolerantes) nas concentrações 0,1 mL, 0,01 mL e 0,001 mL conforme a metodologia Standard Methods (APHA et al, 2012).

Foram feitas medições no laboratório (layout), dos usuários do laboratório, da altura das bancadas, cadeiras e bancos. Para a análise da ergonomia utilizou-se o programa computacional Ergolândia, através do Método OWAS, o qual analisa posturas das costas, braços, pernas e esforços realizados durante a execução de tarefas. O software também foi alimentado com a altura média dos alunos da disciplina de Monitoramento Ambiental, o qual calculou a antropometria de uma pessoa sentada e em pé.

Para medições de iluminância, temperatura/ umidade e ruído utilizou-se os seguintes equipamentos, respectivamente: Luxímetro Digital modelo LDR-225 (Figura 9A), Termômetro ICEL Manaus modelo HT-208 (Figura 9B), Medidor de Stress Térmico Digital Portátil modelo TGD-200 (Figura 9C) e Decibelímetro modelo DL-4020 (Figura 9D).



Fonte: Própria autora

Os equipamentos que medem umidade, temperatura e luminosidade foram instalados no laboratório para monitoramento no período das 8:00 às 18:30, abrangendo o horário comercial praticado no laboratório (8:00 às 18:00). A temperatura/umidade foi medida de hora em hora, o IBUTG (índice de bulbo úmido – termômetro de globo) foi calculado através da Equação 1:

**Equação 1 - IBUTG**

$$IBUTG_{calculado} = 0,7 * t_{bn} + 0,3 * t_g$$

Nas medições com o luxímetro foram pré-estabelecidos 17 pontos e as medições foram divididas em 4 períodos: manhã (8:00 e 10:30), intermediário (12:00), tarde (14:00 e 17:00) e entardecer (18:30). O luxímetro foi posicionado em cada ponto e tomou-se como medida padrão a altura da bancada (70 cm).

Utilizou-se o decibelímetro para a medição dos seguintes equipamentos: capelas de exaustão e compressor, com e sem interferência de aula. O aparelho foi colocado na altura dos ouvidos.

#### 4.1 PRODUTOS QUÍMICOS UTILIZADOS NAS AULAS PRÁTICAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Para melhor compreensão, os produtos químicos foram separados por aulas práticas, onde em cada aula se tem os reagentes específicos de acordo com o Quadro 11, conforme previsto no Plano de Ensino da disciplina.

**Quadro 11 - Aulas práticas de Monitoramento Ambiental e seus respectivos reagentes**

<b>Aula Prática</b>	<b>Reagentes</b>
Prática 1: Normas de uso e segurança do laboratório de saneamento, titulação e pipetagem de amostras	Solução padrão de ácido sulfúrico 0,02 N; Fenolftaleína; Solução de hidróxido de sódio 0,01 N.
Prática 2: pH, alcalinidade e acidez de água potável e esgoto	Solução padrão de Hidrogenoftalato de potássio 0,05N; Solução padrão (estoque) de Hidróxido de Sódio 0,1N; Solução padrão de NaOH 0,02N; Fenolftaleína; Vermelho de metila; Álcool.
Prática 3: Dureza e Cloretos	Solução padrão de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) 0,02N; HCl 6N; Solução padrão de EDTA 0,02N; Solução tampão cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), Hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), EDTA sal de magnésio; Indicador Preto de Eriocromo T; Trietanolamina (ou Cloreto de Sódio).
Prática 4: Oxigênio dissolvido método titulométrico	Solução de sulfato manganoso; Solução álcali-iodeto-azida; Ácido sulfúrico concentrado; Solução indicadora de amido 1%; Solução padrão de tiosulfato de sódio 0,025 mol/L.
Prática 5: DBO sem semente efluente do RU	Inibidor de nitrificação se necessário.
Prática 6: DBO sem semente efluente do RU desencubar e ajustar diluição	Inibidor de nitrificação se necessário.
Prática 7: Desencubar DBO e curva de calibração DQO	Não há reagentes
Prática 8: Determinação DQO efluente RU	Ácido Sulfúrico; Sulfato de Prata; Solução de Dicromato de Potássio 0,025N; Solução de Sulfato Ferroso Amoniacoal (SFA) 0,25N; indicador Ferroin; Sulfato de Mercúrio; Solução Padrão de Hidrogenoftalato de Potássio (HFP).
Prática 9: Cor, Turbidez, Sólidos totais, Sólidos Suspensos	Não há reagentes.
Prática 10: Finalização ensaio de sólidos	Não há reagentes.

Aula Prática	Reagentes
Prática 11: Determinação Nitrogênio Amoniacal, NTK, Nitrito e Nitrato	<p>- Nitrogênio amoniacal: Solução Tampão de Borato (Tetraborato de Sódio juntamente com Hidróxido de Sódio 0,1N); Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 6N; Indicador Misto (Vermelho de Metila, Álcool Etílico, Azul de Metileno); Solução absorvente de Ácido Bórico; Solução estoque de Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1N; Solução Padrão de Ácido Sulfúrico 0,02N; solução padrão de Carbonato de sódio 0,05N.</p> <p>- Nitrito: Solução de N-(1-naftil)-etilenodiamino dihidroclorídrico; Solução de Sulfanilamida; ácido clorídrico concentrado; Solução de Oxalato de Sódio (Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 0,025M; Solução de Sulfato Ferroso Amoniacal (SFA) 0,05 N; Ácido Sulfúrico concentrado; Dicromato de Potássio 0,25N; Indicador Ferroin; Solução padrão de Permanganato de Potássio (KmnO<sub>4</sub>) 0,01M (0,05N); Solução Estoque de Nitrito.</p> <p>- Nitrato: Sulfato de Alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.18H<sub>2</sub>O); Sulfato de Prata (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); ácido Bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); ácido Sulfâmico (H<sub>2</sub>NSO<sub>3</sub>H); Hidróxido de Sódio (NaOH) 0.1N; Solução de enchimento do eletrodo ORION (900046); Solução estoque de Nitrato (Nitrato de Potássio com Clorofórmio).</p> <p>- NKT: Sulfato de Potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub>); ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado; Solução de Hidróxido de Sódio/Tiosulfato de Sódio; Indicador Misto (Vermelho de Metila; Álcool Etílico; Azul de Metileno); Solução absorvente de Ácido Bórico; Solução estoque de Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1N; Solução Padrão de Ácido Sulfúrico 0,02N; solução padrão de Carbonato de sódio 0,05N.</p>
Prática 12: Determinação NTK Prática	Não há reagentes.
Prática 13: Fosfatos - curva de calibração (solúvel)	Não há reagentes.
Prática 14: Fosfato Solúvel e digestão fosfato Total	<p>- Fosfato solúvel: Solução de ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 5N; Solução de Antimonio-tartarato de Potássio (K(sob)C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. ½ H<sub>2</sub>O); Solução estoque de Fósforo (Fosfato monoácido de Potássio (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) anidro em água destilada); Molibdato de Amônia; Ácido Ascórbico.</p> <p>- Fosfato total: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado; HNO<sub>3</sub>; fenoltaleína; NaOH 6N; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N; Antimonio-tartarato de Potássio; Molibdato de Amônia; Ácido Ascórbico.</p>
Prática 15: Leitura fosfato total	Não há reagentes.

Fonte: Adaptado Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais voltados para Análises de Água e Esgotos Sanitários e Industrial (2004) e FORESTI et al (2005)

## 4.2 AULAS PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Na disciplina de Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos são realizadas aulas práticas no Laboratório de Saneamento, onde se mede o pH, a condutividade elétrica, sólidos totais e sólidos voláteis dos materiais utilizados na compostagem proposta pela disciplina todo semestre (Figura 10).

**Figura 10** - Aula prática de Gerenciamento de Resíduos Sólidos



Fonte: Própria autora

#### 4.3 ANÁLISES DOS REAGENTES MAIS PERIGOSOS NA PRÁTICA DA DISCIPLINA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Tendo em vista que toda aula prática traz algum tipo de risco, separou-se doze compostos mais perigosos utilizados na disciplina de Monitoramento Ambiental, indicados nos quadros abaixo conforme a FISPQ, indicando a melhor forma de manuseio, os riscos à saúde e ao meio ambiente. Além disso, para os reagentes disponíveis apresentou-se também o limite de exposição de acordo com a ACGIH, ou seja, Conferência americana de higienistas industriais (Quadro 12 à Quadro 23).

**Quadro 12 - Hidróxido de amônio**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipular o produto respeitando as regras gerais de segurança;</li> <li>- Utilização de óculos de segurança, luvas de proteção, máscara semi facial para vapores químicos, prover exaustão dos vapores na sua fonte de emissão, bem como a ventilação geral dos locais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicidade aguda;</li> <li>- Corrosão/ irritação da pele: Queimaduras;</li> <li>- Lesões oculares graves/ irritação ocular: Queimaduras;</li> <li>- Sensibilização respiratória ou à pele: Irritação das mucosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecotoxicidade: Efeito prejudicial nos organismos aquáticos;</li> <li>- Persistência e degradabilidade: Não facilmente degradável;</li> <li>- Potencial bioacumulativo: Não se prevê qualquer bioacumulação;</li> <li>- Mobilidade no solo: Completamente solúvel em água.</li> </ul>
<p>ACGIH (2011): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana – 25 ppm  ACGIH (2011): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição – 30 ppm</p>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2011 e 2017)

**Quadro 13 - Solução álcali-iodeto-azida**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar luvas de proteção de borracha em neoprene ou nitrila, roupa de proteção, proteção ocular, proteção facial e proteção respiratória (necessária em caso de vapores ou nevoas, utilizar máscara de proteção com filtro).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosão/irritação da pele: provoca queimadura severa à pele e danos aos olhos;</li> <li>- Lesões oculares graves/ irritação ocular: Provoca lesões oculares graves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tóxico a flora e fauna aquática devido a alteração de pH da água.</li> </ul>
<p>ACGIH (2016): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição): Hidróxido de Sódio – 2 mg/m<sup>3</sup>, Azida de sódio – 0,29 mg/m<sup>3</sup>  ACGIH (2016): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana): Iodetos – 0,01 ppm</p>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2016)

**Quadro 14 - Ácido sulfúrico**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ao manipular, utilize proteção respiratória com filtro contra gases ácidos e proteção contra contato acidental (luva e avental de PVC, protetor facial ou capuz de PVC);</li> <li>- Para reduzir a possibilidade de risco à saúde, assegure ventilação suficiente ou existência de exaustão no local para controlar a concentração no ambiente a níveis baixos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicidade aguda: A inalação de vapor ou névoa pode causar tosse, espirros, sangramento nasal, broncoespasmo, dificuldade respiratória e edema pulmonar. A ingestão causa corrosão das membranas mucosas da boca, garganta e esôfago, dor epigástrica intensa com náuseas e vômitos semelhantes à borra de café, edema de glote e asfixia;</li> <li>- Efeitos locais: As graves queimaduras produzidas pelo contato do ácido com a pele evoluem com lesões ulceradas de cicatrização lenta, fibrose cicatricial e limitações funcionais;</li> <li>- Toxicidade crônica: Exposição reiterada a concentrações acima dos limites de tolerância para exposição ocupacional pode determinar distúrbios funcionais respiratórios;</li> <li>- Efeitos toxicologicamente sinérgicos: Tabagismo, no desenvolvimento de bronquite crônica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilidade: o produto é um energético oxidante;</li> <li>- Persistência/ Degradabilidade: O produto liberado tende à formação de SO<sub>x</sub>;</li> <li>- Bioacumulação: Contamina o solo, necessitando de um trabalho de neutralização e recomposição;</li> <li>- Comportamento esperado: Rápida dissipação da nuvem gasosa;</li> <li>- Impacto ambiental: Devido à natureza corrosiva do ácido sulfúrico, animais expostos a este produto poderão sofrer danos teciduais e serem levados à morte, dependendo da concentração ambiental. As plantas contaminadas com o produto podem adversamente ser afetadas ou destruídas;</li> <li>- Ecotoxicidade: O ácido sulfúrico é solúvel em água e mesmo em concentrações baixas se torna prejudicial à vida aquática, devido à alteração de pH.</li> </ul>
<p>ACGIH (2011): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 1mg/m<sup>3</sup></p> <p>ACGIH (2011): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição – 3 mg/m<sup>3</sup></p>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2011)

**Quadro 15 - Dicromato de Potássio**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manusear o produto com equipamento de proteção individual: avental, luvas e botas de borracha, máscara para pó e óculos de proteção;</li> <li>- Equipamentos auxiliares para proteção do corpo devem ser escolhidos especificamente de acordo com o posto de trabalho em função da concentração e quantidade da substância perigosa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Após contato com a pele: Como oxidante energético, podem provocar queimaduras e úlceras;</li> <li>- Após contato com os olhos: Queimaduras;</li> <li>- Após ingestão: Queimaduras. Graves afecções no trato intestinal como diarreia sanguinolenta, vômito (pneumonia respiratória), espasmos, perda dos sentidos, falha circulatória;</li> <li>- Efeitos sistêmicos: Após absorção, pode ocorrer metemoglobinemia, afecções hepáticas e renais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efeitos biológicos: Muito tóxico podendo provocar a longo prazo efeitos negativos no meio ambiente aquático.</li> </ul>
<p>ACGIH (2003): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 0,01 mg (Cr)/m<sup>3</sup> para compostos insolúveis</p> <p>ACGIH (2003): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 0,05 mg (Cr)/m<sup>3</sup> para compostos solúveis</p>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2003)

**Quadro 16 - Sulfato Ferroso Amoniacal**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
- Utilizar óculos de segurança de ampla visão, necessário o uso de luvas, proteção respiratória necessária em caso de formação de pós, avental de proteção.	- Tem baixa toxicidade oral e dérmica; - A inalação do produto é mais preocupante que outros meios; - É pobremente absorvido pela pele, não ocasionando problemas no contato, o qual mesmo assim deve ser evitado.	- Não existem informações disponíveis, mas a descarga no meio ambiente deve ser evitada.
ACGIH (2011): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 1mg/m <sup>3</sup> para ácido sulfúrico ACGIH (2011): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição) – 3 mg/m <sup>3</sup> para ácido sulfúrico		

Fonte: Adaptado FISPQ (2011 e 2015)

**Quadro 17 - Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 6N**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
- Utilizar óculos de segurança de ampla visão, proteção da pele (utilizar roupa impermeável), necessário o uso de luvas e proteção respiratória necessária em caso de formação de vapores.	-Se ingerido, queimaduras severas na boca e garganta, assim como perfuração do esôfago e do estômago; - Corrosão/Irritação da pele: irritação; - Lesões oculares graves/ irritação ocular: irritação; - Sensibilização respiratória ou à pele: irritação das mucosas, tosse.	- Não existem informações disponíveis.
ACGIH (2003): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição) – 2 mg/m <sup>3</sup>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2003 e 2015)

**Quadro 18 - Solução de N-(1-naftil)-etilenodiamino dihidroclorídrico**

Manuseio	Riscos à saúde	Riscos ao meio ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manusear de acordo com as boas práticas industriais de higiene e segurança;</li> <li>- Lavar as mãos antes dos intervalos e no final do dia de trabalho;</li> <li>- Proteção para os olhos/ face: Utilizar óculos de segurança com proteção contra respingos. Proteção da pele: Utilizar luvas de borracha em neoprene ou nitrila, o vestuário em tecido sintético ou algodão podem ser usados na composição indumentária.</li> <li>- Proteção respiratória: Necessário em caso de vapores ou névoas, utilizar máscara de proteção com filtro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ingerido, queimaduras severas na boca e garganta, assim como perfuração do esôfago e do estômago;</li> <li>- Inalação: irritação das mucosas;</li> <li>- Corrosão à pele: provoca queimaduras;</li> <li>- Lesões oculares graves: provoca lesões oculares graves.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecotoxicidade: Tóxico a flora e fauna aquática devido a alteração de pH da água;</li> <li>- Perigo no abastecimento de água de consumo se é permitida a entrada no solo ou aquíferos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado FISPQ (2015)

**Quadro 19 - Molibdato de Amônia**

Manuseio	Riscos à saúde	Riscos ao meio ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuseio em local arejado ou exaustão local;</li> <li>- Proteção respiratória: máscara contra pó, proteção das mãos: luvas de nitrilo, proteção dos olhos: óculos de proteção;</li> <li>- Medidas de higiene: depois do término do trabalho, lavar as mãos e rosto; retirar as roupas contaminadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligeira irritação na pele (coelhos);</li> <li>- Sintomas de intoxicação aguda por molibdênio (VI), diarreia, anemia e fadiga. Efeito tóxico no fígado e nos rins após alta dosagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.</li> </ul>

ACGIH (2012): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 0,5 mg/m<sup>3</sup> para molibdênio

Fonte: Adaptado FISPQ (2009 e 2012)

**Quadro 20 - Sulfanilamida**

Manuseio	Riscos à saúde	Riscos ao meio ambiente
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteção respiratória: máscara contra pó;</li> <li>- Proteção das mãos: luvas de nitrilo;</li> <li>- Proteção dos olhos: óculos de proteção;</li> <li>- Medidas de higiene: Depois do término do trabalho, lavar as mãos e rosto. Retirar as roupas contaminadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não apresenta toxicidade para humanos, em caso de mal estar consultar um médico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamento: não se prevê qualquer bio-acumulação;</li> <li>- Ecotoxicidade: não estão disponíveis dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado FISPQ (2010)

**Quadro 21 - Solução padrão de Permanganato de Potássio**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas de controle de engenharia: Manusear de acordo com as boas práticas industriais de higiene e segurança. Lavar as mãos antes dos intervalos e no final do dia de trabalho;</li> <li>- Proteção para os olhos/ face: utilizar óculos de segurança com proteção contra respingos.</li> <li>- Proteção da pele: vestuário em tecido sintético ou algodão podem ser usados na composição indumentária.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesões oculares graves/ irritação ocular: provoca irritação ocular;</li> <li>- Não há descrição de quaisquer sintomas tóxicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não são conhecidos efeitos ambientais para este produto.</li> </ul>
<p>ACGIH (2001): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 0,2 mg/m<sup>3</sup></p>		

Fonte: Adaptado FISPQ (2001 e 2015)

**Quadro 22 - Ácido Sulfâmico**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipular o produto em local com boa ventilação natural ou mecânica, de forma a manter a concentração de vapores/ poeiras inferior ao limite de tolerância;</li> <li>- Proteção dos olhos/ face: Óculos de segurança;</li> <li>- Proteção da pele: Luvas de proteção;</li> <li>- Proteção respiratória: Máscara contra pós.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicidade aguda: DL50 (oral, rato): 3160 mg/kg;</li> <li>- Corrosão/ irritação da pele: Queimadura, irritação;</li> <li>- Lesões oculares graves/ irritação ocular: Irritação;</li> <li>- Sensibilização respiratória ou à pele: Queimadura, irritação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecotoxicidade: Efeito prejudicial nos organismos aquáticos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado FISPQ (2017)

**Quadro 23 - Ácido nítrico**

<b>Manuseio</b>	<b>Riscos à saúde</b>	<b>Riscos ao meio ambiente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteção respiratória: máscara;</li> <li>- Proteção das mãos: luvas de viton;</li> <li>- Proteção dos olhos: óculos de proteção;</li> <li>- Medidas de higiene: depois do término do trabalho, lavar as mãos e rosto. Retirar as roupas contaminadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Após a inalação: queimaduras das mucosas, tosse, dispneia. Pode provocar edemas nas vias respiratórias;</li> <li>- Depois do contato com a pele: queimaduras;</li> <li>- Depois do contato com os olhos: pode provocar sérias queimaduras;</li> <li>- Após a ingestão: lesão dos tecidos (boca, esôfago, etc.), dor forte, perfuração e até morte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamento: não se prevê qualquer bio-acumulação;</li> <li>- Ecotoxicidade: efeitos biológicos: Tóxico para organismos aquáticos. Perigo para água potável.</li> </ul>
<p>ACGIH (2010): TLV – TWA média ponderada de tempo (exposição média com base em um horário de 8 horas/dia, 40 horas/ semana) – 2 ppm (aproximadamente 5mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>ACGIH (2010): TLV – STEL exposição média de curto prazo (exposição pontual por 15 minutos, que não pode ser repetida mais de 4 vezes por dia com pelo menos 60 minutos entre os períodos de exposição) – 4 ppm (aproximadamente 10 mg/m<sup>3</sup>)</p>		

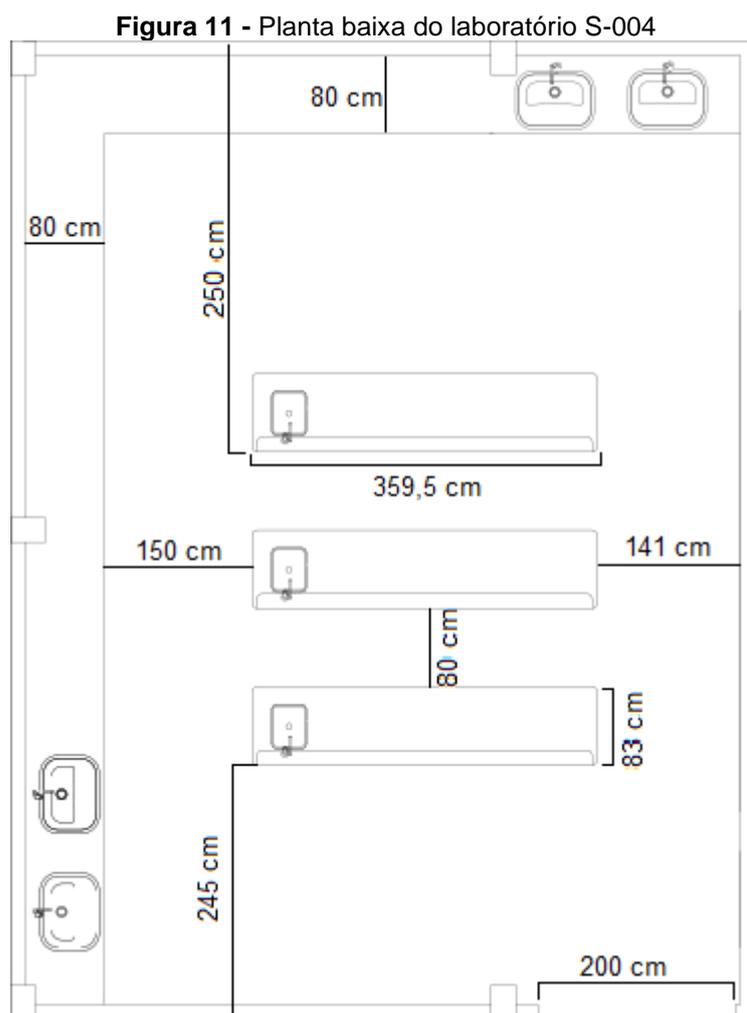
Fonte: Adaptado FISPQ (2009 e 2010)

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISE DO LAYOUT

#### 5.1.1 Estrutura física do laboratório

O Laboratório de Saneamento (S-004) possui as seguintes medidas: 7,25 metros de largura e 9,67 metros de comprimento, com o pé direito de 3,5 metros, totalizando uma área de aproximadamente 70,11 metros quadrados. A Figura 11 ilustra a planta baixa do laboratório.



Fonte: Adaptado pela autora

Para escolas e estabelecimentos de ensino, o Plano Diretor Participativo do Município de Londrina, através do Código de Obras (2017) estabelece que o pé direito para salas acima de 50 metros quadrados deverão ser acrescidos dez centímetros no pé direito (3 metros) a cada 10 metros quadrados.

Como o laboratório tem uma área de 70,11 metros quadrados, o pé direito deveria ter aproximadamente 3,2 metros, contudo tem uma altura de 3,5 metros e desta maneira atende ao código em questão.

Em conformidade com a NR 8, o piso do laboratório não apresenta saliências e é impermeável.

Conforme orienta Mariano et al (2012), as janelas são afastadas das áreas de trabalhos e equipamentos afetados pela circulação do ar e há uma distância de maior que 40 centímetros entre bancadas laterais, paredes e também no meio de bancadas centrais, o que evita áreas de confinamento.

As instalações elétricas são externas as paredes para facilitar a manutenção e há um quadro de força em local visível e de fácil acesso, além disso as tomadas são diferenciadas pela voltagem através de cores diferentes (110 V – branca e 220 V – vermelha). Diante do exposto acima, o layout do laboratório segue o recomendado pela NR 10,

Verga Filho (2009) afirma que laboratórios devem possuir duas ou mais saídas com portas, abrindo para o lado de fora e dotadas de visor. Porém, o laboratório de Saneamento possui apenas uma porta (de correr). Já as capelas, não devem ser posicionadas em rotas de circulação, pois são locais de possíveis acidentes. As capelas no laboratório de saneamento são localizadas em cima das prateleiras de produtos químicos, além disso, o compressor se localiza logo ao lado, interferindo na circulação de pessoas e a saída de gases apesar de ser do lado de fora, não tem altura superior a do telhado.

### **5.1.2 Produtos químicos**

Pode-se observar que os todos os reagentes estão dispostos dentro do próprio laboratório (Figuras 12 e 13), onde na primeira prateleira estão os ácidos, alcoóis e bases. Na prateleira debaixo estão dispostos os sais, cloretos e sulfatos.

Figura 12 - Disposição dos reagentes



Fonte: Própria autora

Figura 13 - Disposição dos reagentes



Fonte: Própria autora

Na outra bancada do laboratório encontram-se os seguintes reagentes separados de acordo com a classificação. Onde tem-se na prateleira superior: acidez, alcalinidade, dureza, DBO, nitrito, NTK, nitrogênio amoniacal e na prateleira inferior: soluções, cloretos e frascos limpos, como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Disposição dos reagentes



Fonte: Própria autora

Sabe-se que os produtos químicos deveriam ser preferencialmente abrigados em um ambiente separado devido aos riscos que expõem aos usuários do mesmo. Na UTFPR Londrina existe uma sala no almoxarifado para armazenar reagentes do curso de Licenciatura em Química.

De acordo com Oliveira et al (2007), sempre que possível deve ser destinada uma sala, em separado, para armazenagem de reagentes, para que estes não sejam conservados na área de trabalho, evitando congestionamento de bancadas e possíveis acidentes. O armazenamento de produtos químicos deve ser armazenado levando em consideração o tipo do produto: voláteis, corrosivos, tóxicos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis, bem como a incompatibilidade com outros reagentes. No laboratório S-004 não se leva em consideração o tipo de produto para a separação nas prateleiras, ou seja, separa-se conforme a utilidade.

### 5.1.3 Equipamentos de Proteção Coletiva

O laboratório de Saneamento dispõe de chuveiro e lava olhos de segurança, além de extintores (Figura 15A), os quais são condizentes com as atividades desenvolvidas no ambiente (tipo “B”, “C” e água). Também possui capelas de

exaustão (Figura 15B) e luz de emergência (Figura 15C). Notou-se a ausência de saída de emergência e caixa de primeiros socorros para eventuais acidentes. Não são ministrados treinamentos e não há conhecimento sobre o uso prévio da FISPQ por parte de todos os usuários do laboratório.

**Figura 15 - EPCs do Laboratório**



Fonte: Própria autora

## 5.2 MEDIÇÕES COM EQUIPAMENTOS

No dia 13 de setembro de 2017 foram realizadas medições de temperatura, umidade, ruído e iluminação do ambiente. Repetiu-se as medições de ruído no dia seguinte para avaliar a interferência da presença de alunos e professor no momento da aula de Monitoramento Ambiental. Já nos dias 06 e 19 de outubro foram realizadas somente medições de temperatura, umidade e iluminação

### 5.2.1 Medição de temperatura e umidade

Nos dias analisados, os valores de temperatura (máxima, mínima e média) e umidade relativa foram retirados do banco de dados do IAPAR (Quadro 24) para que possam ser comparados com os do laboratório.

**Quadro 24 - Dados dos dias analisados**

	14 de setembro	06 de outubro	19 de outubro
Temperatura máxima (°C)	32,8	35,2	35,2
Temperatura mínima (°C)	17,2	13,2	21,4
Temperatura média (°C)	24,9	27,0	24,9
Umidade relativa (%)	38	54	65

Fonte: IAPAR (2017)

Quanto às medições de temperatura e umidade realizadas no laboratório obtiveram-se os dados contidos nos Quadros 25 a 27.

Os dados coletados no TGD-200 foram: termômetro de bulbo úmido natural (tbn – convecção natural (sem ventilação próxima)), termômetro de globo (tg – calor radiante) e termômetro de mercúrio comum (temperatura de bulbo seco (tbs) – temperatura do ar). Por fim, calculou-se o IBUTG e a média de cada dado.

**Quadro 25** - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 13 de setembro de 2017

Horário	Termômetro ICEL Manaus modelo HT-208		Medidor de Stress Térmico Digital Portátil modelo TGD-200				
	T ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	IBUTG interno	T Globo (°C)	T bulbo seco (°C)	T bulbo úmido (°C)	IBUTG calculado (°C)
<b>08:00</b>	25,4	42	20,8	23,8	22,4	18,4	20,02
<b>09:00</b>	24,8	42	21,5	25,2	24,7	19,1	20,93
<b>10:00</b>	26,9	41	22,1	25,8	25,6	19,6	21,46
<b>11:00</b>	27,9	37	22,2	26,7	27	19,4	21,59
<b>12:00</b>	28,4	33	22,4	27,7	28	19,2	21,75
<b>13:00</b>	28,9	34	23	28,4	29	19,8	22,38
<b>14:00</b>	29,6	31	23	29,4	30	19,3	22,33
<b>15:00</b>	30,4	31	23,6	30,3	30,9	19,8	22,95
<b>16:00</b>	30,6	25	23,5	30,5	31,1	19,6	22,87
<b>17:00</b>	31,5	24	23,3	30,1	31,2	19,3	22,54
<b>18:00</b>	30,3	24	23,3	30,3	30,8	19,4	22,67
<b>Média</b>	28,4	34	22,54	27,79	27,99	19,35	21,88

Fonte: Própria autora

**Quadro 26** - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 06 de outubro de 2017

Horário	Termômetro ICEL Manaus modelo HT-208		Medidor de Stress Térmico Digital Portátil modelo TGD-200				
	T ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	IBUTG interno	T Globo (°C)	T bulbo seco (°C)	T bulbo úmido (°C)	IBUTG calculado (°C)
08:00	25,9	50	22,8	25,1	25,1	20,9	22,16
09:00	26,6	50	23,4	25,8	25,9	21,5	22,79
10:00	27,5	49	23,7	26,3	26,6	21,7	23,08
11:00	28,3	50	24,2	27,2	27,7	22,0	23,56
12:00	28,5	48	24,4	27,8	28,4	22,0	23,74
13:00	28,6	47	24,4	28,0	28,9	22,1	23,87
14:00	30,1	42	25,1	29,2	29,7	22,4	24,44
15:00	30,5	41	25,3	29,6	30,2	22,7	24,77
16:00	30,6	40	25,3	29,5	30,4	22,5	24,6
17:00	30,9	40	25,4	29,5	30,2	22,7	24,74
18:00	29,9	46	26,0	29,0	29,4	23,8	25,36
<b>Média</b>	28,8	45,7	24,4	27,8	28,31	22,05	23,78

Fonte: Própria autora

**Quadro 27** - Dados obtidos de temperaturas e umidade do dia 19 de outubro de 2017

Horário	Termômetro ICEL Manaus modelo HT-208		Medidor de Stress Térmico Digital Portátil modelo TGD-200				
	T ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	IBUTG interno	T Globo (°C)	T bulbo seco (°C)	T bulbo úmido (°C)	IBUTG calculado (°C)
08:00	28,4	47	24,6	27,4	26,7	22,4	23,90
09:00	28,6	45	25,3	27,8	27,8	23,1	24,51
10:00	29,9	44	25,4	28,6	28,5	23,1	24,75
11:00	29,5	44	25,1	29,0	29,0	22,5	24,45
12:00	29,9	43	25,4	29,7	30,0	22,6	24,73
13:00	30,0	40	25,1	30,1	30,5	21,9	24,36
14:00	30,4	36	25,6	30,7	31,2	22,3	24,82
15:00	29,9	40	25,2	29,7	28,7	22,5	24,66
16:00	28,0	51	24,2	27,1	26,2	22,2	23,67
17:00	27,4	52	24,1	26,7	25,6	22,1	23,48
18:00	27,0	52	23,9	26,2	25,4	22,0	23,26
<b>Média</b>	29,2	44,2	25	28,68	28,42	22,47	24,33

Fonte: Própria autora

De acordo com o estabelecido pela NR 17 (NBR 10152:1987) para laboratórios o valor de conforto humano de temperatura efetiva deve estar entre 20°C e 23°C e umidade relativa do ar não inferior a 40%.

Conforme a NR 15 (anexo 3), para atividades de pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação, como é o que ocorre no laboratório, considera-se o trabalho como moderado (175 Kcal/h), o IBUTG máximo deve ser igual a 30,5° C.

Varella (2014) afirma que os meteorologistas sempre alertam para umidade relativa do ar, ou seja, sobre a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera em relação à quantidade máxima que poderia suportar nessa mesma temperatura (ponto de saturação). Para períodos de longa estiagem, que são característicos no final do inverno, a umidade do ar cai muito e fica mais alta nos dias quentes de verão, por causa da evaporação que ocorre depois das pancadas de chuva.

Ainda ressalta que segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o nível ideal para o organismo humano gira entre 40% e 70%, pois acima desses valores o ar fica praticamente saturado de vapor d'água, o que interfere no mecanismo humano de controle da temperatura corporal exercido pela transpiração, ou seja, quanto mais alta a temperatura e mais úmido o ar, mais lenta será a evaporação do suor, que ajuda a dissipar o calor e a resfriar o corpo.

Classificando a taxa metabólica conforme a NHO 06 (2002) para trabalhos de pé em máquina ou bancada, com alguma movimentação o valor é de 175 kcal/hora e considerado como leve. Assim, o limite de exposição ocupacional ao calor (IBTUG máximo permissível) é de 30,63 °C.

O laboratório de Saneamento não conta com climatizadores ou condicionadores de ar e os ventiladores instalados não podem ser ligados, pois não apresentam interruptores, por isso, a temperatura ambiente e a umidade relativa variam.

De acordo com a NR 17 a temperatura ambiente esteve acima do valor recomendado (entre 20° e 23° C) nos dias observados e durante todo o horário de funcionamento do laboratório, tendo uma média variando entre 28,4° e 29,2° C.

Já a umidade relativa, foi inferior a 40% no dia 13 de setembro a partir das 11 horas da manhã, contudo no dia 06 de outubro se manteve igual ou superior a tal valor e no dia 19 de outubro esteve inferior somente às 14 horas. Deste modo, das 33 medições de umidade no laboratório, o mesmo atende a NBR 10152 e as

recomendações da OMS em 24 medições. Considerando a umidade média de cada dia, no dia 13 de setembro a umidade relativa média foi de 34%, valor típico para o final de inverno e abaixo do valor de conforto humano.

Contudo, o IBUTG calculado atendeu aos parâmetros em todos os dias observados, tanto para a NR 15 (abaixo ou igual a 30,5° C) quanto para a NHO 06 (abaixo ou igual a 30,63° C), chegando a uma média máxima de 24,33° C.

### 5.2.2 Medição de ruído

A medição do ruído foi realizada nos dias 13 (sem presença de alunos/professor) e 14 de setembro de 2017 (com alunos/professor). A partir das observações durante as aulas de Monitoramento Ambiental e preparo de reagentes, definiu-se o tempo máximo de operação, conforme o Quadro 28. A capela 1 é da marca LUCADEMA, a 2 CASALABOR, já o compressor é da marca MOTO PRESSURE.

**Quadro 28** - Medição com decibelímetro

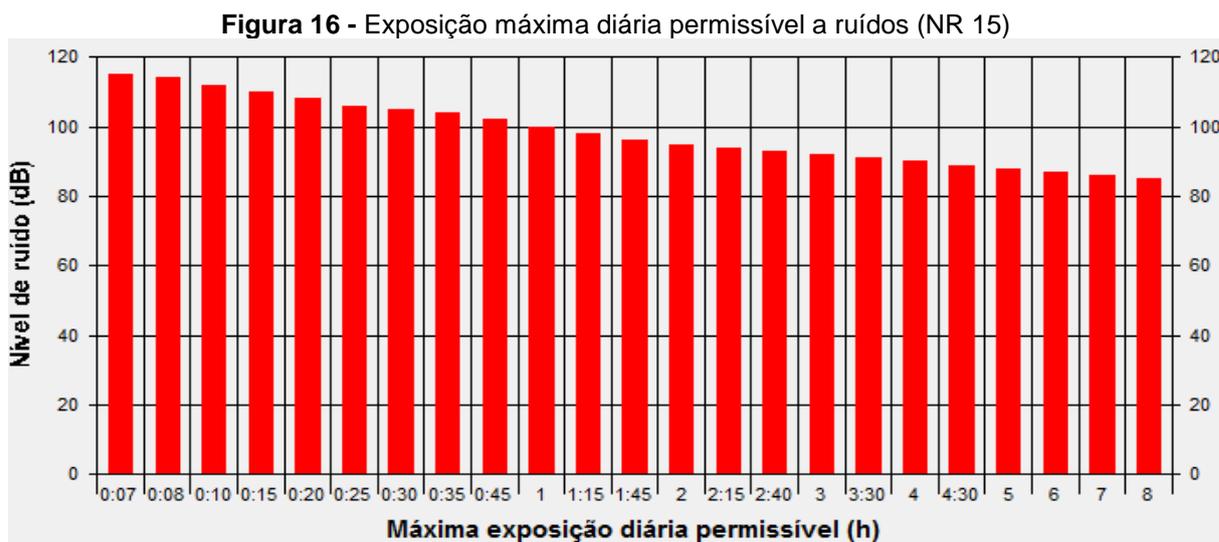
<b>Aparelho</b>	<b>Medida (dBA)</b>	<b>Tempo máximo de operação (minutos)</b>
Capela 1	68,1	30
Capela 2	70,4	30
Compressor	81,2	30
Capela 1 + compressor	93,8	30
Capela 2 + compressor	91,2	30
Capela 1 + alunos	71,1	30
Capela 2 + alunos	72,3	30
2 capelas	70,7	30
2 capelas + alunos	72,5	30
Compressor + capela 1 + alunos	86,6	30
Compressor + capela 2 + alunos	98,3	30
Compressor + alunos	86,0	30
Compressor + 2 capelas + alunos	98,9	30

Fonte: Própria autora

De acordo com a NR 17 (NBR 10152:1987), para locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes,

tais como laboratórios, é recomendado para condições de conforto um valor até 65 dB. Já a NHO 01 (2006) , para 30 minutos, o nível de ruído pode ser de até 97 dB.

Na NR 15 (anexo 1), tal valor pode variar de acordo com o tempo de exposição aos equipamentos (Figura 16). Considerando o tempo máximo de operação de equipamentos (30 minutos), o nível de ruído permitido é de 105 dB.



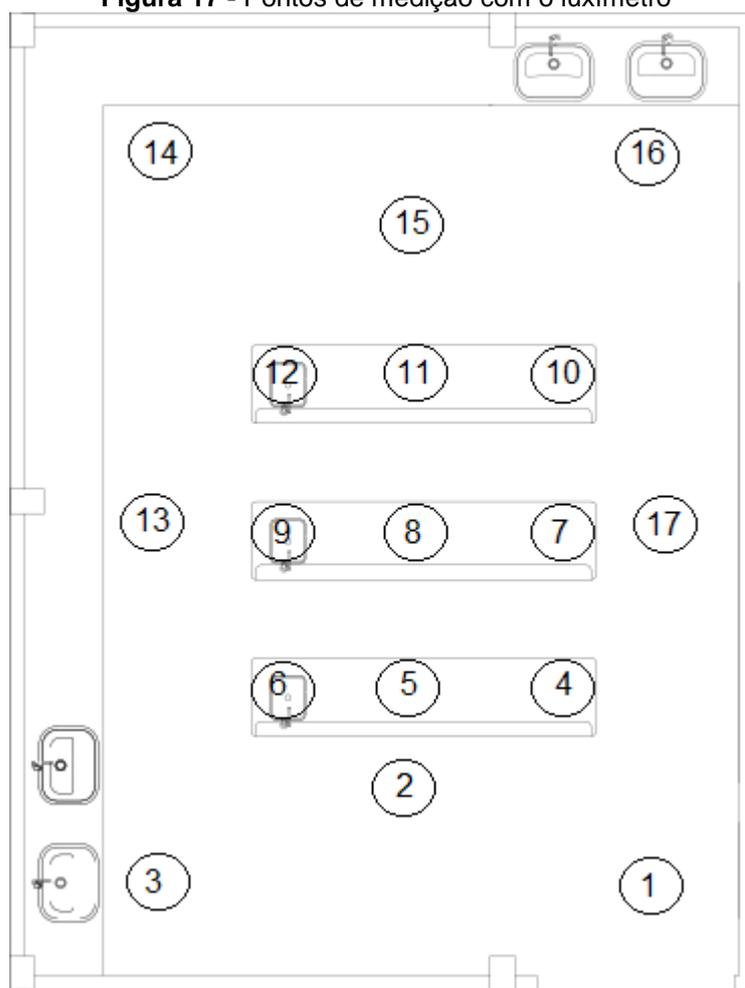
Fonte: Ergolândia (2017)

Assim, considerando a pior situação de ruídos dos equipamentos (compressor + 2 capelas + alunos – 98,9 dB) para o tempo de exposição estipulado, atende-se a NR 15.

Contudo, para a NHO 06 (até 97 db), a situação compressor + 2 capelas + alunos (98,9 dB) e compressor + capela 2 + alunos (98,3 dB) não atendem aos parâmetros e todos os valores de medições estão acima do estipulado pela NR 17 para conforto humano. Deste modo, recomenda-se o uso de protetores auriculares como medida de controle.

### 5.2.3 Medição de iluminância

A medição foi feita em 17 pontos durante vários períodos do dia, conforme a Figura 17.

**Figura 17 - Pontos de medição com o luxímetro**

Fonte: Própria autora

Os resultados das medições encontram-se nos Quadros 29 à 31 com a média de cada ponto.

**Quadro 29** - Medições com o luxímetro no dia 13 de setembro de 2017

<b>Pontos/ Horário</b>	<b>Manhã (lux)</b>		<b>Intermediário (lux)</b>		<b>Fim da tarde (lux)</b>		<b>Média</b>
	<b>8:00</b>	<b>10:30</b>	<b>12:00</b>	<b>14:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:10</b>	
<b>1</b>	1158,0	2017,0	1326,0	1636,0	1022,0	361,2	1253,4
<b>2</b>	566,5	816,4	793,1	735,6	603,2	420,5	655,9
<b>3</b>	568,1	599,4	620,6	570,8	489,5	340,8	531,5
<b>4</b>	624,0	684,4	703,9	604,3	666,2	397,8	613,4
<b>5</b>	654,7	705,3	731,7	754,5	670,8	393,6	651,8
<b>6</b>	647,1	705,2	700,4	673,1	623,9	363,8	618,9
<b>7</b>	632,7	577,8	677,8	679,3	604,7	367,6	590,0
<b>8</b>	510,7	632,4	673,3	734,2	651,7	375,1	596,2
<b>9</b>	514,8	614,3	623,5	628,9	549,6	287,8	536,5
<b>10</b>	555,1	665,2	647,2	966,6	818,4	309,0	660,3
<b>11</b>	600,7	751,7	874,8	953,7	710,9	359,7	708,6
<b>12</b>	511,1	674,7	657,9	627,5	522,1	248,7	540,3
<b>13</b>	501,1	651,3	664,2	644,8	513,9	322,2	549,6
<b>14</b>	414,1	646,2	789,6	1290,0	335,1	149,0	604,0
<b>15</b>	586,2	699,7	903,3	1321,0	714,1	333,3	759,6
<b>16</b>	561,5	664,3	821,5	1233,0	998,0	338,2	769,4
<b>17</b>	542,3	505,9	544,2	674,8	583,3	327,1	529,6

Fonte: Própria autora

**Quadro 30** - Medições com o luxímetro no dia 06 de outubro de 2017

Pontos/ Horário	Manhã (lux)			Intermediário (lux)		Fim da tarde (lux)		Média
	8:00	8:30	10:30	12:00	14:00	17:00	18:10	
1	2153,0	1620,0	4713,0	1092,0	1916,0	804,3	387,8	1812,3
2	800,9	1165,0	1070,0	596,1	959,4	444,8	397,4	776,2
3	354,7	648,7	1060,0	563,8	852,1	382,7	342,2	600,6
4	307,6	710,1	1111,0	655,9	1018,0	440,3	370,1	659,0
5	392,5	793,9	1158,0	715,1	912,0	493,3	406,2	695,9
6	395,0	639,9	903,0	640,7	899,7	464,1	387,6	618,6
7	226,9	552,7	697,8	580,3	840,8	417,2	386,9	528,9
8	229,5	602,8	685,1	552,8	847,7	409,8	383,8	530,2
9	284,7	504,5	681,2	541,5	621,8	407,4	350,3	484,5
10	239,9	550,7	539,7	551,6	957,1	292,8	336,1	495,4
11	246,5	671,6	842,9	672,3	1130,0	455,4	386,6	629,3
12	243,1	524,4	716,3	509,5	801,5	362,4	289,9	492,4
13	313,8	473,5	845,7	565,7	787,6	397,7	111,7	499,4
14	240,2	302,2	647,8	525,1	966,8	167,3	349,7	457,0
15	267,7	619,4	1024,0	601,3	1390,0	372,4	298,3	653,3
16	179,3	522,8	520,9	630,8	1185,0	404,1	277,5	531,5
17	268,0	492,2	692,3	472,6	698,7	338,9	306,1	467,0

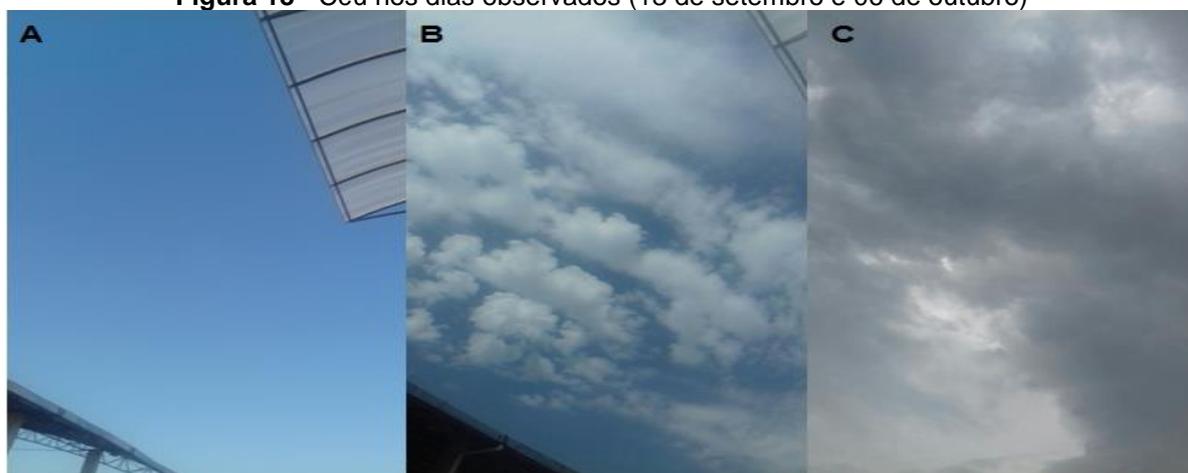
Fonte: Própria autora

**Quadro 31** - Medições com o luxímetro no dia 19 de outubro de 2017

Pontos/ Horário	Manhã (lux)		Intermediário (lux)		Fim da tarde (lux)		Média
	8:00	10:30	12:00	14:00	17:00	18:10	
1	1272,0	2711,0	2899,0	2661,0	432,0	416,4	1731,9
2	981,4	1335,0	1302,0	972,0	440,7	379,2	901,7
3	1124,0	918,4	843,9	709,2	309,7	358,1	710,6
4	635,2	909,1	739,2	784,8	390,9	408,3	644,6
5	738,1	1052,0	929,7	992,0	446,2	418,1	762,7
6	848,5	1113,0	922,0	896,3	414,3	405,2	766,6
7	578,6	784,1	683,6	734,4	396,2	359,1	589,3
8	542,7	701,9	667,5	743,2	392,1	388,0	572,6
9	579,3	659,3	618,8	742,8	370,1	334,6	550,8
10	489,7	689,4	725,3	770,7	374,3	377,3	571,1
11	523,8	732,1	877,4	746,6	395,9	394,6	611,7
12	431,4	731,9	735,2	813,8	327,4	292,2	555,3
13	575,5	720,6	739,8	695,2	327,2	306,8	560,9
14	267,8	760,5	697,4	706,1	163,0	154,2	458,2
15	451,7	857,4	1020,0	872,2	382,5	318,7	650,4
16	365,8	756,9	860,2	915,2	368,3	311,3	596,3
17	382,0	649,2	637,6	599,1	334,7	303,4	484,3

Fonte: Própria autora

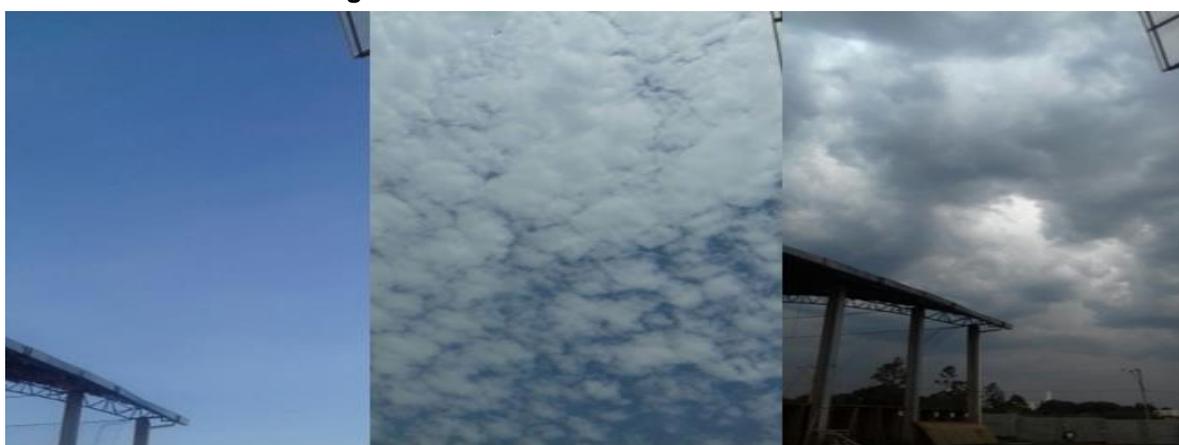
Na Figura 18A o céu estava limpo e sem nuvens (dia 13 de setembro) e nas Figuras 18B e 18C haviam nuvens e ocorreu chuva ( ambas do dia 06 de outubro).

**Figura 18** - Céu nos dias observados (13 de setembro e 06 de outubro)

Fonte: Própria autora

No dia 06 de outubro o laboratório estava com problemas elétricos, deste modo a análise das 8 horas foi feita com a luz apagada, contando apenas com a iluminação natural. Assim, fez-se uma análise extra às 08 horas e 30 minutos, quando a situação foi regularizada. Às 17 horas ocorreu uma chuva, então a luminosidade foi afetada em todos os pontos. Já no dia 19 de outubro, o céu estava limpo com apenas algumas nuvens e a partir das 15 horas o tempo fechou com chuva e ventos fortes (Figura 19).

**Figura 19** - Céu no dia 19 de outubro de 2017



Fonte: Própria autora

De acordo com a NR 17 (item 17.5.3), em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade. A NBR 5413:1992 traz valores de iluminância de interiores, mas adotou-se a NBR 8995-1/2013 por ser mais atual.

Conforme a ABNT (NBR 8995-1/2013) o valor mínimo recomendado para laboratórios é de 500 lux, deste modo observou-se que o laboratório não atende as recomendações em diversos pontos. Entretanto nos pontos 4 a 12, os quais correspondem as bancadas, e o ponto 2 (mesa do professor) na maioria das vezes atendem aos parâmetros nos dias analisados. Contudo, nota-se que a média nos pontos inferiores a 500 lux foi superior a 450 lux.

### 5.3 PREPARO DE REAGENTES E LAVAGEM DAS VIDRARIAS

O preparo dos reagentes para as aulas de Monitoramento Ambiental é feito pela estagiária. Tais preparos foram acompanhados e pode-se relatar que a mesma utiliza os equipamentos de segurança: óculos de proteção, jaleco manga longa, sapato fechado e capela de exaustão quando necessário (Figura 20).

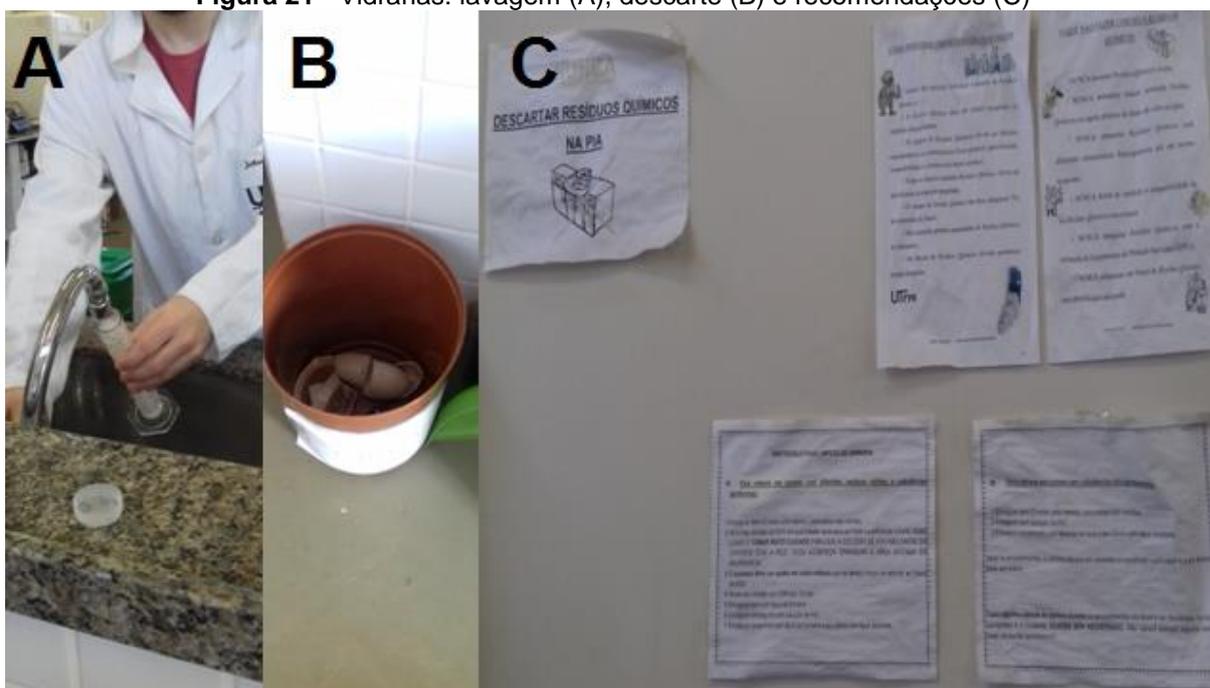
Contudo, conforme especificado nas FISPQs já indicadas na seção 4.3, para alguns produtos químicos seria necessário o uso de máscaras específicas além da capela de exaustão, porém o laboratório não disponibiliza as mesmas.

**Figura 20** - Preparo de reagentes



Fonte: Própria autora

A lavagem das vidrarias é feita tanto pelos alunos quanto pela estagiária do laboratório e segue um protocolo de limpeza, o qual fica fixado no ambiente. Ressalta-se que, apesar da importância de luvas devido aos riscos químicos e biológicos, às vezes isso não ocorre (Figura 21).

**Figura 21 - Vidrarias: lavagem (A), descarte (B) e recomendações (C)**

Fonte: Própria autora

Para vidraria em contato com efluentes, resíduos sólidos e substâncias gordurosas a mesma é enxaguada três vezes (pelo menos) para retirar todo o resíduo, adiciona-se KOH (hidróxido de potássio) em quantidade necessária para toda a superfície da vidraria, usando-se luvas e com cuidado para a substância não entrar em contato com a pele. Caso ocorra contato, lava-se a área afetada com água em abundância. O excesso de KOH pode ser usado em outra vidraria ou retornado ao frasco do produto. O mesmo deve reagir por 10 minutos com a vidraria, depois se enxágua bem com água corrente e em seguida com solução de HCl (ácido clorídrico), depois novamente com água corrente e por último com água destilada.

Já para vidrarias em contato com substâncias não gordurosas, enxágua-se bem (pelo menos três vezes) para retirar todo resíduo, enxágua-se com solução de HCl, enxágua-se novamente com água corrente e por último com água destilada.

Caso a vidraria quebre durante os procedimentos, a mesma deve ser descartada em local apropriado, o qual é indicado no laboratório e esta ocorrência deve ser registrada.

## 5.4 EPIS

Durante as aulas práticas é necessário o uso de jalecos de manga longa, sapato fechado, calça, luvas e óculos de proteção quando necessário. A NR 1 afirma que cabe ao empregado (no caso, usuário do laboratório), utilizar os EPIs fornecidos pelo empregador (universidade). O item 6.3 da NR 6 ressalta que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias: sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho; enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e, para atender a situações de emergência.

Pode-se observar algumas irregularidades, mostradas na Figura 22, como o uso de sapatilhas, shorts e a existência de garrafa de água em cima da bancada.

**Figura 22** - Usuários sem EPIs



Fonte: Própria autora

Quanto aos EPIs usados na coleta do efluente do RU (realizada pelo professor e estagiária), utiliza-se luvas de látex, máscara e jaleco manga longa. Contudo, de um total de 15 aulas práticas, somente em 8 delas se utiliza tal efluente. Devido ao corte de gastos da universidade, são disponibilizadas luvas apenas para

os membros da equipe (as quais são separadas por bancadas durante as aulas) que está manipulando o efluente.

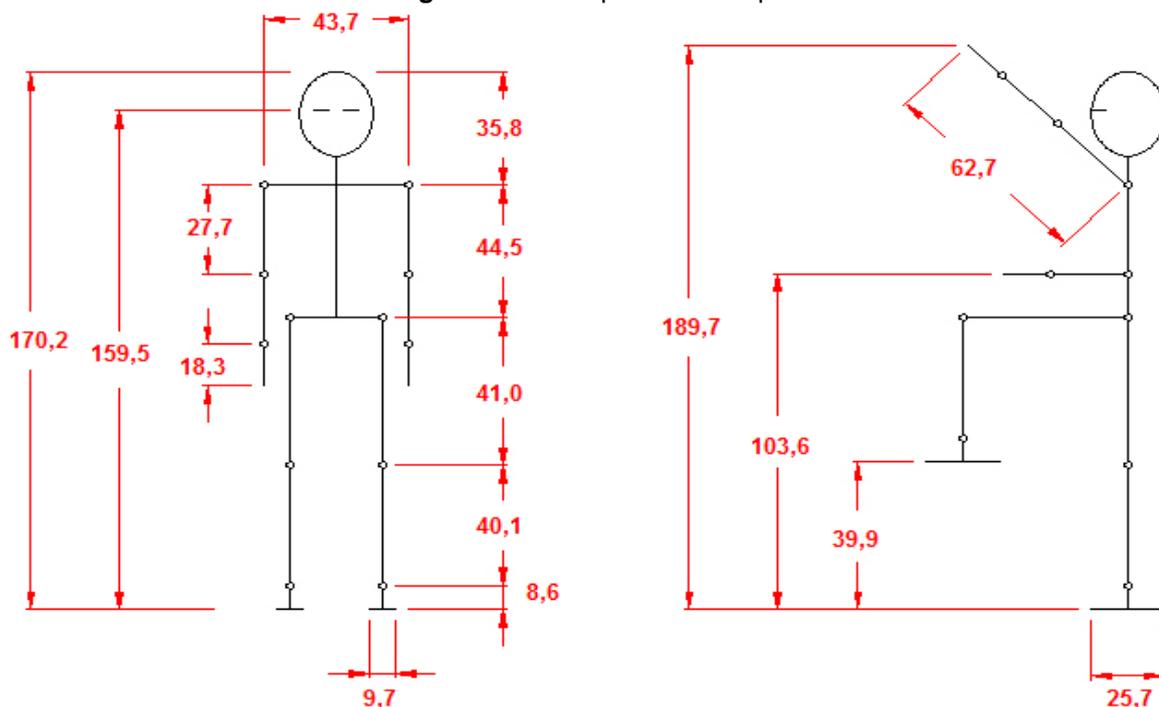
Entretanto, a limpeza do laboratório ocorre uma vez por semana, então possivelmente as bancadas estão contaminadas biologicamente (microorganismos). Caso não haja uma devida higiene por parte dos usuários pós utilização do laboratório, os mesmos correm grande risco de contaminação.

Para o preparo de reagentes, conforme analisado nas FISPQs, além dos EPIs usuais das aulas práticas (jaleco manga longa, sapato fechado, calça e óculos de segurança, quando necessário), seria necessário para o manuseio de alguns produtos químicos a utilização de EPIs como máscaras semi faciais específicas, luvas de proteção de borracha em neoprene ou nitrila, avental de PVC, capuz de PVC, botas de borracha e roupa impermeável. Contudo, tais EPIs não estão disponíveis no laboratório.

## 5.5 ERGONOMIA

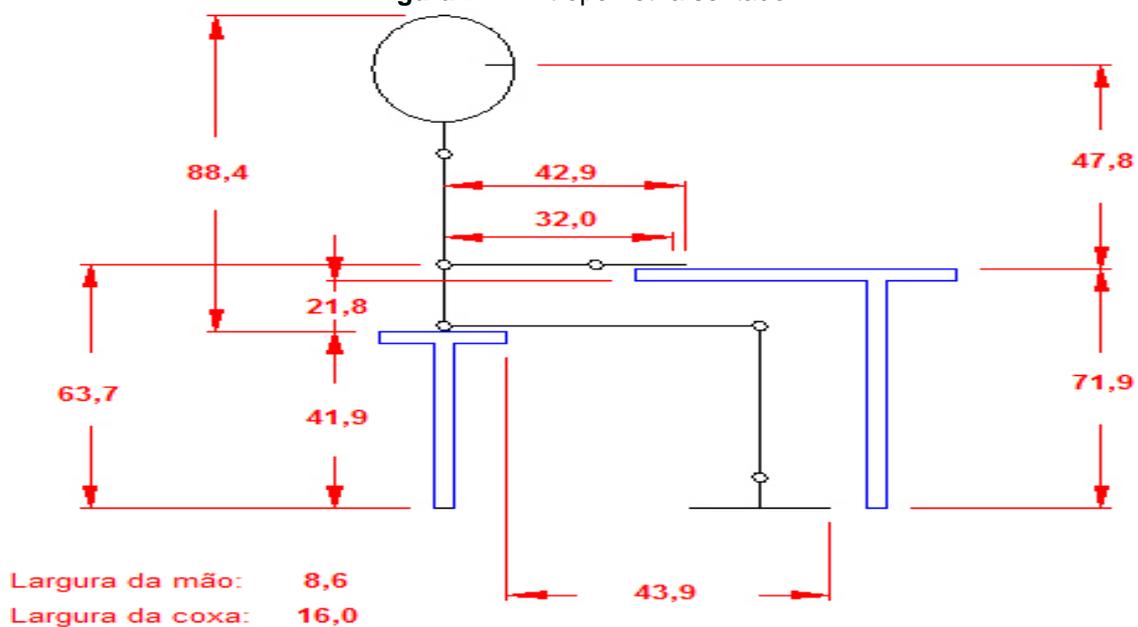
Para análise ergonômica, foi levada em consideração a altura média (1,69 m) dos usuários do laboratório da turma de Monitoramento Ambiental com 30 alunos. Com esses dados, o software Ergolândia calculou a antropometria de uma pessoa de 1,702 metros (pré-estabelecida pelo programa) em pé (Figura 23). Também calculou-se a antropometria de uma pessoa com a mesma altura sentada (Figura 24), que é o valor mais aproximado da altura média dos alunos conforme a NR 17 (item 17.3).

**Figura 23 - Antropometria em pé**



Fonte: Ergolândia (2017)

**Figura 24 - Antropometria sentado**



Fonte: Ergolândia (2017)

Foram medidas também a altura da bancada (96 cm), altura das banquetas (70 cm), mesa do professor (80 cm) e cadeira com altura regulável utilizada pelo professor. Mariano et al (2012) orienta que as bancadas de laboratórios tenham uma

altura aproximada de 90 cm para atividades em pé e 75 cm para atividades sentadas.

Deste modo, considerando somente o trabalho em pé, nota-se que o valor é superior a 90cm. O mesmo acontecendo com para atividade sentada (mesa do professor). Conforme a antropometria sentado, a mesa do professor deveria ter uma altura de aproximadamente 72 cm, como a cadeira é regulável, o ajuste poderia ser feito (para aproximadamente 42 cm).

Pôde-se observar a falta de ergonomia no ambiente (Figura 25), tais como: pés pressionando a estrutura da banqueta, coluna curvada e braços não fazendo 90° com a bancada.

**Figura 25 – Ergonomia**



Fonte: Própria autora

Com o auxílio do programa computacional Ergolândia, analisou-se algumas situações cotidianas através do método de OWAS.

Na Figura 26, considerou-se a postura das costas ereta, os dois braços abaixo dos ombros, ambos os joelhos flexionados e esforço menor que 10 quilogramas. Nesta análise são necessárias ações corretivas em um futuro próximo.

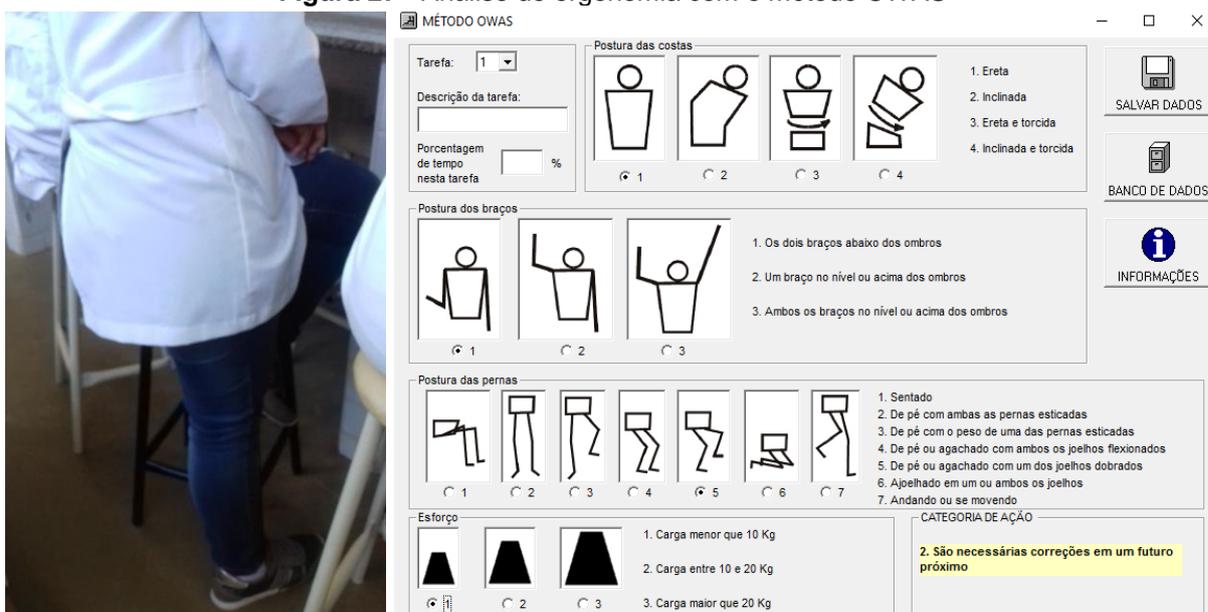
**Figura 26 - Análise de ergonomia com o método OWAS**



Fonte: Própria autora e Ergolândia (2017)

Na Figura 27, a situação analisada foi: postura ereta, braços abaixo do nível dos ombros, com um dos joelhos dobrados e carga menor que 10 quilogramas. Para tal ergonomia recomendou-se também ações corretivas em um futuro próximo.

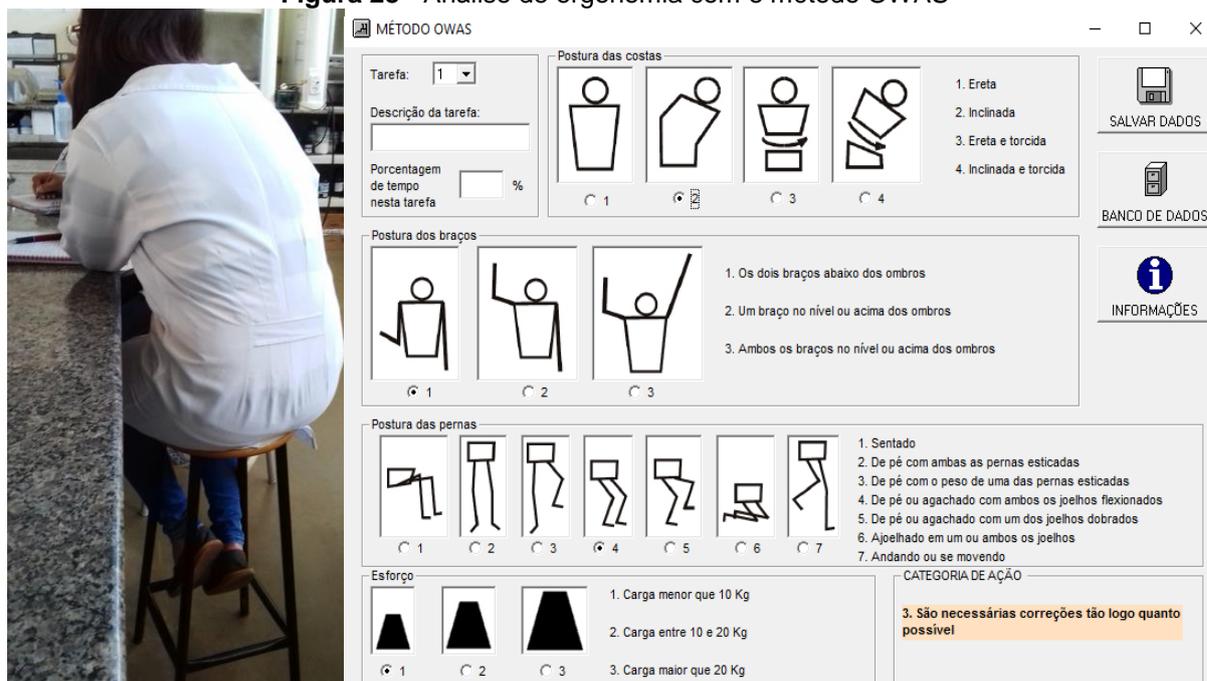
**Figura 27 - Análise de ergonomia com o método OWAS**



Fonte: Própria autora e Ergolândia (2017)

Na Figura 28, a aluna estava com as costas inclinadas, braços abaixo do nível do ombro, ambos os joelhos flexionados e carga menor que 10 quilogramas. Neste caso recomenda-se ações corretivas tão logo quanto possível, mostrando situação mais crítica.

**Figura 28 - Análise de ergonomia com o método OWAS**



Fonte: Própria autora e Ergolândia (2017)

Para posições em pé (com as pernas esticadas), não são necessárias ações corretivas, a não ser que a posição das costas esteja inclinada, com o esforço realizado no laboratório inferior a 10 quilogramas (Figura 29 e 30).

**Figura 29 - Análise de ergonomia com o método OWAS**

Tarefa: 1

Descrição da tarefa:

Porcentagem de tempo nesta tarefa: %

**Postura das costas**

1. Ereta  
2. Inclínada  
3. Ereta e torcida  
4. Inclínada e torcida

**Postura dos braços**

1. Os dois braços abaixo dos ombros  
2. Um braço no nível ou acima dos ombros  
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

**Postura das pernas**

1. Sentado  
2. De pé com ambas as pernas esticadas  
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas  
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados  
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados  
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos  
7. Andando ou se movendo

**Esforço**

1. Carga menor que 10 Kg  
2. Carga entre 10 e 20 Kg  
3. Carga maior que 20 Kg

**CATEGORIA DE AÇÃO**

1. Não são necessárias medidas corretivas

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

INFORMAÇÕES

Fonte: Ergolândia (2017)

**Figura 30 - Análise de ergonomia com o método OWAS**

Tarefa: 1

Descrição da tarefa:

Porcentagem de tempo nesta tarefa: %

**Postura das costas**

1. Ereta  
2. Inclínada  
3. Ereta e torcida  
4. Inclínada e torcida

**Postura dos braços**

1. Os dois braços abaixo dos ombros  
2. Um braço no nível ou acima dos ombros  
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

**Postura das pernas**

1. Sentado  
2. De pé com ambas as pernas esticadas  
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas  
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados  
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados  
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos  
7. Andando ou se movendo

**Esforço**

1. Carga menor que 10 Kg  
2. Carga entre 10 e 20 Kg  
3. Carga maior que 20 Kg

**CATEGORIA DE AÇÃO**

1. Não são necessárias medidas corretivas

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

INFORMAÇÕES

Fonte: Ergolândia (2017)

O item 17.1 da NR 17 visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos

trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Deste modo, a ergonomia no laboratório pode ser considerada importante, pois em várias situações são necessárias ações corretivas. Outra questão é a necessidade de ajuste da altura da banquetela e da bancada.

## 5.6 RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS

Segundo o Ministério da Saúde, através da Resolução nº 33 de 25 de fevereiro de 2003, resíduos químicos podem ser classificados como aqueles que contêm substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

De acordo com o último PGRS da UTFPR é gerado um total de 570 litros/ano de resíduos químicos líquidos em todo o câmpus. No laboratório de Saneamento, tais resíduos são dispostos em três recipientes diferentes, divididos em: cloretos (abrangendo cromato e metais pesados), DQO (ácido sulfúrico concentrado, sulfato de prata, sulfato de mercúrio e dicromato de potássio) e NTK (ácidos), como pode ser visto na Figura 31. Neste laboratório há uma produção de aproximadamente 5 litros de resíduo químico a cada três meses. Quanto à logística do laboratório, não há um reaproveitamento dos produtos químicos já utilizados, todos são descartados.

**Figura 31** - Descarte de reagentes



Fonte: Própria autora

## 5.7 MAPA DE RISCOS

O laboratório tem aproximadamente 80 usuários semestralmente, de ambos os sexos e na maioria jovens.

Para agentes físicos, considerou-se o ruído, calor e umidade os quais estão expostos os usuários do laboratório. Após análise dos resultados obtidos nas medições classificou-se o risco em médio por todo o ambiente, pois a probabilidade de ocorrência de dano é pouco provável e a gravidade é reversivelmente leve.

Já para danos químicos, pode-se classificar previamente conforme a AGCIH (Quadro 32).

Quadro 32 - Danos químicos

G (índice de gravidade do dano)	Critério Utilizado				Grupos de Risco de Biossegurança (microorganismos patogênicos)
	Potencial carcinogênico, mutagênico ou teratogênico (Agentes químicos e físicos)	Potencial de danos locais por contato com olhos e pele (Agentes químicos)	TLVs (ACGIH) – Contaminantes atmosféricos		
			Gás ou Vapor	Particulados	
<b>1</b> <b>Reversível</b> <b>Leve</b>	Agentes sob suspeita de ser carcinogênico, mutagênico ou teratogênico, mas os dados existentes são insuficientes para classificar. (Grupo A4 da ACGIH)	Agente classificado como irritante leve para a pele, olhos e mucosas.	> 500 ppm	$\geq 10 \text{ mg/m}^3$	Agentes do Grupo de Risco 1: risco individual e para a comunidade ausente ou muito baixo.
<b>2</b> <b>Reversível</b> <b>Severo</b>	Agente carcinogênico, teratogênico ou mutagênico confirmado para animais. (Grupo A3 da ACGIH)	Agente classificado como irritante para mucosas, olhos, pele e sistema respiratório superior.	101 a 500 ppm	$> 1 \text{ e } < 10 \text{ mg/m}^3$	Agentes do Grupo de Risco 2: risco individual moderado, baixo risco para a comunidade.
<b>3</b> <b>Irreversível</b>	Agente carcinogênico, teratogênico ou mutagênico suspeito para seres humanos. (Grupo A2 da ACGIH)	Agente altamente irritante ou corrosivo para mucosas, pele, sistema respiratório e digestivo, resultando em lesões irreversíveis limitantes da capacidade funcional.	11 a 100 ppm	$0,1 \text{ e } \leq 1 \text{ mg/m}^3$	Agentes do Grupo de Risco 3: alto risco individual, baixo risco para a comunidade.
<b>4</b> <b>Fatal ou</b> <b>Incapacitante</b>	Agente carcinogênico, teratogênico ou mutagênico confirmado para seres humanos. (Grupo A1 da ACGIH)	Agente com efeito cáustico ou corrosivo severo sobre a pele, mucosa e olhos (ameaça causar perda da visão), podendo resultar em morte ou lesões incapacitantes.	$\leq 10 \text{ ppm}$	$\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$	Agentes do Grupo de Risco 3: alto risco individual, alto risco para a comunidade.

Fonte: Adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800 (1996)

Deste modo, para agentes químicos, levou-se em consideração a grande quantidade de produtos químicos, suas características de acordo com as FISPQs e a frequência de utilização, além dos odores desagradáveis presentes no laboratório.

Conforme a FISPQ, nove dos doze produtos separados neste trabalho estão na lista da AGCIH (75% dos analisados), a qual determina o limite de exposição: hidróxido de amônio, solução álcali-iodeto-azida, ácido sulfúrico, dicromato de potássio, sulfato ferroso amoniacal, hidróxido de sódio, molibdato de amônia, permanganato de potássio e ácido nítrico.

Além disso, de acordo com TLVs® e BEIs® (2012), o ácido sulfúrico é classificado como A2 e o TLV® (limite de exposição) pode causar problemas na função pulmonar. Já o ácido nítrico pode com base no TLV® causar irritação nos olhos, problemas no trato respiratório superior e corrosão dental. Têm-se ainda o hidróxido de sódio, que conforme o TLV® pode provocar irritação nos olhos, pele e trato respiratório superior.

Deste modo, em conformidade com o Quadro 32, como o ácido sulfúrico é classificado como A2, a gravidade do dano é irreversível. Tem-se ainda de acordo com a FISPQ produtos químicos com elevados riscos a saúde e ao meio ambiente, assim a gravidade pode ser considerada como grau 4 e com probabilidade 4. O risco pôde ser considerado então crítico, sendo de tamanho grande e presente no ambiente como um todo.

Para agentes biológicos, o laboratório em questão é de saneamento ambiental, ou seja, manipula-se efluentes e resíduos sólidos constantemente. Conforme a NR 15 anexo XIV (Atividades e operações insalubres), as atividades que envolvem agentes biológicos, são caracterizadas por avaliação qualitativa (insalubridade de grau máximo/ trabalho ou operações), quando ocorre contato permanente com esgotos (galerias e tanques) e lixo urbano (coleta e industrialização).

De acordo com a análise das aulas práticas, o contato com esgoto do efluente do RU ocorre em 53,33% das aulas (8 das 15 práticas das aulas de Monitoramento Ambiental). A análise microbiológica deste efluente mostrou a presença de coliformes totais em todas as amostras, sendo que os coliformes termotolerantes estavam presentes nas três amostras de diluição de 0,1 mL, já para as diluições de 0,01 mL e 0,001 mL os termotolerantes estavam em duas das três

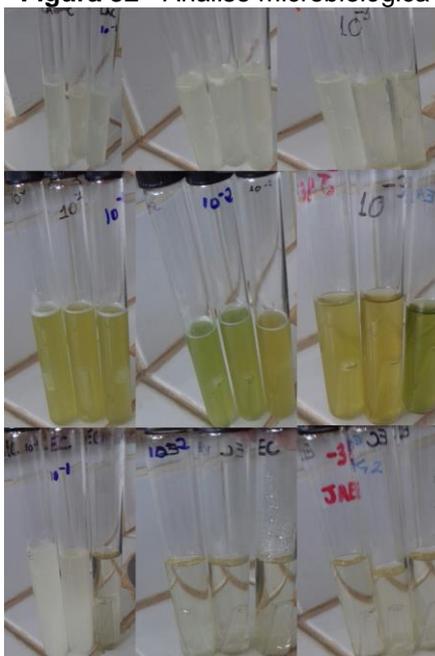
amostras, porém em pouca quantidade (Quadro 34 e Figura 32). Para os testes confirmativo e complementar, obteve-se o número mais provável (NMP) de acordo com Standard Methods (2012), significando que apesar da probabilidade de existir coliformes o número ainda é pequeno.

**Quadro 33 - Resultado dos testes de coliformes**

Amostra	Teste Presuntivo			Teste Confirmativo			Teste Complementar		
	Diluição			Diluição			Diluição		
	0,1 mL	0,01 mL	0,001 mL	0,1 mL	0,01 mL	0,001 mL	0,1 mL	0,01 mL	0,001 mL
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X		
NMP aproximadamente 9,8/100 mL							NMP aproximadamente 2,2/1000 mL		

Fonte: Própria autora e adaptação de Standard Methods (2012)

**Figura 32 - Análise microbiológica**



Fonte: Própria autora

Conforme Thoman e Mueller (1987) *apud* Von Sperling (2007), o grupo de coliformes totais constitui um grande grupo de bactérias que tem sido isolado em amostras de água, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Esse grupo foi amplamente utilizado no passado como um indicador, e continua a ser usado em algumas áreas, embora as dificuldades associadas à ocorrência de bactérias não fecais sejam um problema, pois não existe uma relação quantificável entre coliformes totais e microrganismos patogênicos.

Assim, como as amostras eram de esgoto, encontrou-se tanto coliformes totais quanto termotolerantes, porém isso não significa que necessariamente ocorra a presença de patógenos.

Existe também a presença de agentes biológicos em aproximadamente três práticas das aulas de Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos decorrentes da compostagem.

Considerando-se ainda o fato que a limpeza do laboratório (higienização do piso e bancadas) ocorre uma vez por semana, e os usuários do laboratório utilizam com frequência os EPIs, classificou-se o risco como médio em todo ambiente, pois não há contato permanente com esgotos e resíduos sólidos, tendo probabilidade de risco pouco provável e gravidade reversível severa.

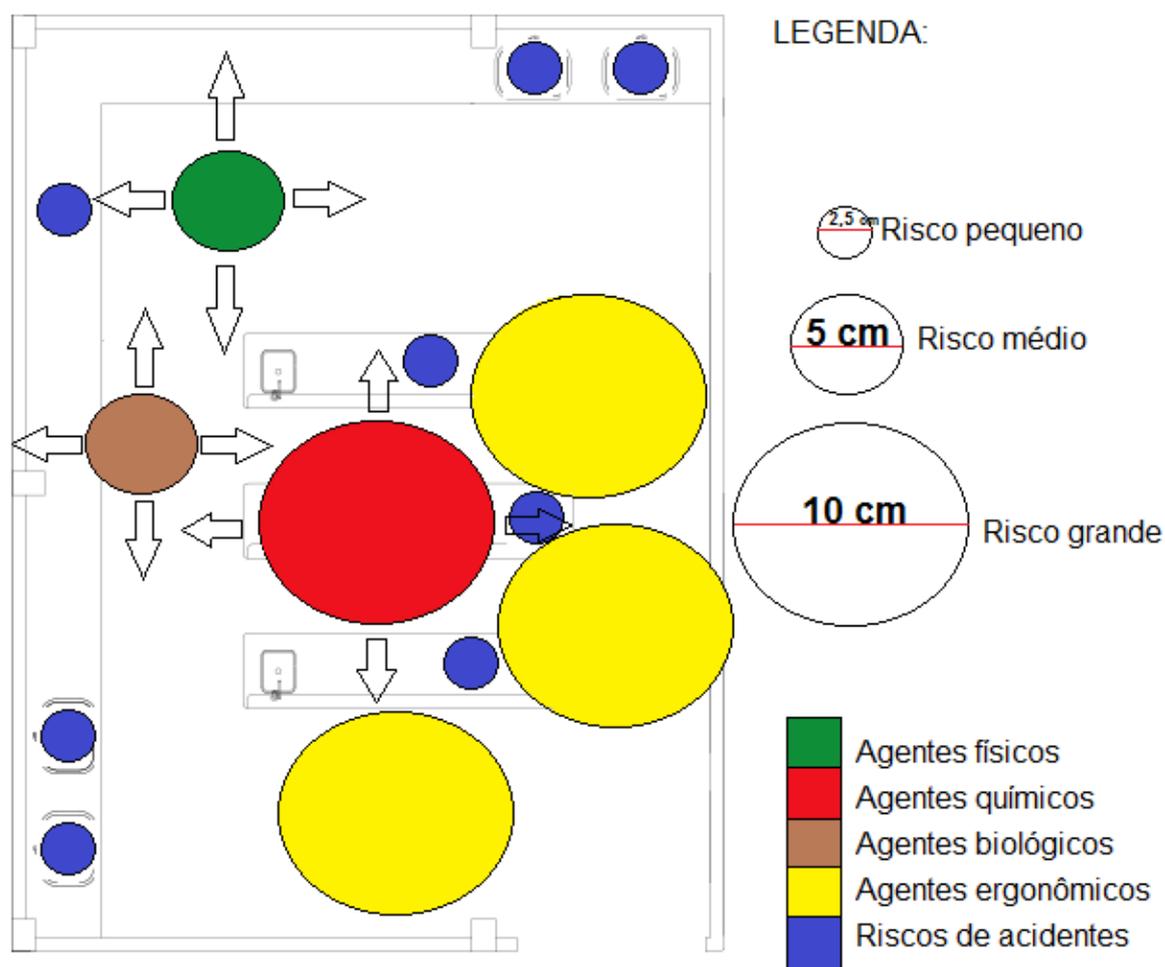
Para os agentes ergonômicos utilizou-se como parâmetro o esforço físico, as exigências de postura, quantidade de horas da jornada e os resultados obtidos com o software Ergolândia (OWAS e antropometria), resultando em risco grande com exigências de ações corretivas em várias das situações analisadas e observadas durante as aulas, pois a probabilidade foi classificado como provável e a gravidade como reversível severa.

Os riscos de acidentes foram determinados com base na iluminação deficiente (item 5.2.3), que ocorre em menos de 35% das médias dos pontos, o armazenamento inadequado (produtos químicos no interior do laboratório, caixas e materiais sobre o piso), a não utilização de EPIs em determinadas situações e com base no relato sobre a ocorrência de acidente dentro do laboratório durante aula prática. Diante disso, o risco de acidentes foi considerado pequeno (probabilidade improvável e gravidade reversível leve).

Assim, com base nas análises quantitativas e qualitativas, construiu-se o Mapa de Riscos (Figura 33).

Figura 33 - Mapa de Riscos

# Laboratório de Saneamento



Número de usuários: aproximadamente 80 pessoas

Fonte: Própria autora

## 5.8 MELHORIAS PROPOSTAS

Para melhorar a segurança no laboratório, fixou-se o mapa de riscos e o Quadro 34 no laboratório S-004. Foi disponibilizado o item 4.3 deste trabalho, que trata do manuseio, riscos ao ser humano e ao meio ambiente.

**Quadro 34** - Procedimentos gerais para casos de acidentes

<b>Modo de contato</b>	<b>Primeiros socorros</b>
Inalação	Remover para local ventilado, se não estiver respirando aplicar respiração artificial.
Pele	Remover imediatamente as roupas contaminadas. Lavar abundantemente a área contaminada com água, dependendo do reagente poderá ser aplicada uma solução tampão.
Olhos	Lavar com água por 15 minutos, também podendo ser aplicada uma solução tampão e procurar um oftalmologista.
Ingestão	Tomar muita água ou leite (dependendo do produto químico), evitar o vômito e procurar um médico urgentemente.
<b>*Informar aos docentes responsáveis na UTFPR em todos os casos imediatamente</b>	

Fonte: Adaptação das FISPQs (2017)

Outras questões observadas dizem respeito aos reagentes que devem ser retirados do interior do laboratório, etiquetados conforme as soluções preparadas (data de preparação, danos causados (por exemplo, corrosão e risco de inflamabilidade)), além da instalação de condicionadores de ar e uma iluminação mais eficiente (reposição das lâmpadas queimadas).

Devido a importância, o uso dos EPIs deve ser cobrado com mais rigos e a universidade deve adquirir os EPIs específicos para a preparação dos reagentes, de modo a minimizar os riscos à estagiária. Quanto aos EPCs, recomenda-se orientações adequadas de manuseio.

A partir deste trabalho ficou claro a necessidade da implantação de uma ficha de controle com nome do aluno (a), orientador (a) e período de utilização do laboratório para eventuais consultas, como já ocorre com a reserva de aparelhos. Antes do início dos trabalhos, os usuários devem ser treinados de modo a reduzir a exposição aos riscos.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

- A estrutura física do laboratório apresenta algumas falhas tais como: a altura de bancadas e tipo de porta;
- A temperatura ambiente e a umidade do laboratório variam devido a falta de climatizadores, acarretando o não atendimento da NR 17 em várias das medições realizadas;
- A iluminação do laboratório apesar de não atender a NBR 8995-1/2013 (500 lux) em todos os pontos e horários observados não foi inferior a 450 lux (média de cada ponto em cada dia). Esses resultados variam em decorrência do tempo e presença de nuvens;
- Mesmo em um período curto de 30 minutos no interior do laboratório, recomenda-se o uso de protetores auriculares por causa do ruído das capelas ou compressor;
- A avaliação quanto à ergonomia apontou que são necessárias ações corretivas devido a posturas inadequadas;
- Os resultados da análise microbiológica mostraram que apesar da presença do risco, a quantidade de coliformes e a frequência de contato é pequena. A minimização do risco também ocorre pela utilização de EPIs;
- Os riscos presentes na execução das atividades práticas podem ser minimizados com boas práticas laboratoriais;
- Devido a gravidade dos riscos é necessária a utilização de EPIs durante as aulas práticas e uso adequado dos EPCs;
- Conforme as FISPQs e ACGIH observou-se que os EPIs utilizados para o preparo de soluções (jaleco manga longa, sapato fechado, calça comprida, luvas descartáveis e óculos de proteção) são ineficientes devido aos riscos apresentados;
- A elaboração do Mapa de Riscos do laboratório baseada em análises quantitativas e qualitativas é imprescindível para garantir a segurança e saúde do trabalho;
- As propostas de melhorias (descritas no item anterior) tornam o ambiente mais seguro (minimização de acidentes).

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. I. B. **Comparação da Norma Regulamentadora NR nº 35 com o Trabalho em Altura na Fabricação de Equipamentos para Tratamento de Água de até 3,50 m.** 42 p. Monografia (Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater.** 22 ed. Washington, DC: APHA, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de ruído de conforto acústico.** 1987 (atualizada em 1992)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminação de interiores.** 1992

\_\_\_\_\_. **NBR 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho.** 2013

BRANDALIZE, M. V. **Avaliação dos riscos ambientais de um laboratório de pesquisa.** 53 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991.** “Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências.”

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.** “Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.”

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 5 de 17 de agosto de 1992 do Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador do Ministério do Trabalho.** “Altera a Norma Regulamentadora nº 9 estabelecendo a obrigatoriedade de elaboração do MAPA DE RISCOS AMBIENTAIS.”

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978.** “Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho.”

\_\_\_\_\_. **Plano Diretor Participativo do Município de Londrina.** “Institui o Código de Obras do Município de Londrina e dá outras providências.”

Disponível em:

<[http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/conferencias/4\\_conferencia\\_obras/obras\\_conferencia.pdf](http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/conferencias/4_conferencia_obras/obras_conferencia.pdf)> Acesso em 01/11/2017

BRESSI, R. **EPI e EPC – Qual a diferença?** Blog INBEP. 2017.

Disponível em: <<http://blog.inbep.com.br/epi-e-epc-qual-a-diferenca/>> Acesso em 08/05/2017

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Guia para sistemas de gestão de saúde e segurança industrial: norma BS (British Standard) 8800.** 1996.

BORZANI, W.; FORESTI, E.; ZAIAT, M.; MORAES, E. de M.; ADORNO, M. A. T.; PAIM, A. P. S.; RODRIGUES, J. A. D.; RATUSZNEI, S. M.; CANTO, C. S. do; DAMASCENO, L. H. S. **Métodos de análises físico-químicas de rotina de águas residuárias tratadas biologicamente.** 2005.

CETESB, L5.015. **Segurança em laboratório químico de águas: procedimento.** São Paulo. 12 p. 1983. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>> Acesso em 19/10/2016

CONNAPA. **CIPA: História da Segurança do Trabalho no Brasil.** Disponível em: <<http://www.connapa.com.br/cipa-historia-da-seguranca-do-trabalho-no-brasil/>> Acesso em 25/10/2016

COUTO, J. L. V. do. **Mapa Mental dos Acidentes do Trabalho.** UFRRJ, 2004. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma2.htm>> Acesso em 26/10/2016

CRUZ, V. C.; BRITO, F. de S. R. de; M., C. B. de; CORREA, A. P. da. S. T. **Aplicação do Método OWAS e Análise Ergonômica do Trabalho em um segmento de uma Empresa de grande porte situada no Município de Campos Dos Goytacazes.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Perspectivas globais para a engenharia de produção. Fortaleza. 2015

FBF SISTEMAS. **Software Ergolândia 6.0**

FERREIRA, L. S.; PEIXOTO, N. H. **Segurança do Trabalho I.** 151 p. Santa Maria: UFSM, CTISM, Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil, 2012.

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS. **Ácido Nítrico.** 2009 e 2010. Disponível em: <<https://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20Acido%20Nitrico.pdf>> Acesso em 30/03/2017  
Disponível em: <[http://www.jdiquimica.com.br/produtos/FISQP\\_PDF/FISPQ\\_AcidoNitrico.pdf](http://www.jdiquimica.com.br/produtos/FISQP_PDF/FISPQ_AcidoNitrico.pdf)> Acesso em 01/11/2017

\_\_\_\_\_. **Ácido Sulfâmico.** 2017. Disponível em: <<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Acido%20Sulfamico.pdf>> Acesso em 30/03/2017

\_\_\_\_\_. **Ácido Sulfúrico.** 2011. Disponível em: <<http://www.hcrp.fmrp.usp.br/sitehc/fispq/%C3%81cido%20Sulf%C3%BArico.pdf>> Acesso em 30/03/2017



\_\_\_\_\_. **Sulfanilamida**. 2010. Disponível em:  
<<http://www.qeelquimica.com.br/fispqs/FISPQ-%20Sulfanilamida.pdf>> Acesso em 30/03/2017

\_\_\_\_\_. **Sulfato Ferroso Amoniacal**. 2011 e 2015. Disponível em:  
<[http://www.anidrol.com.br/fispq/SULFATO%20FERROSO%20\(FERRO%20II\)%20AMONACAL%20\(6H2O\)%20PA%20%20A-%201729.pdf](http://www.anidrol.com.br/fispq/SULFATO%20FERROSO%20(FERRO%20II)%20AMONACAL%20(6H2O)%20PA%20%20A-%201729.pdf)> Acesso em 01/11/2017

FIREX. **Extintor de incêndio portátil classe D**. 2017. Disponível em:  
<<http://www.firex.com.br/extintor-classe-d/extintor-de-incendio-portatil-classe-d.html>> Acesso em: 23/11/2017

GIMENEZ, K. P.; PAVASI, K. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. **Análise de riscos físicos, químicos e ergonômicos nos laboratórios de solos e análises químicas da UTFPR**. Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil.

G1, GLOBO. **Aluna da UEPB sofre queimaduras após explosão em laboratório**. Campina Grande, 10 de fevereiro de 2017. Disponível em:  
<<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2017/02/aluna-da-uepb-sofre-queimaduras-apos-explosao-em-laboratorio.html>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Explosão em laboratório de química da UnB deixa dois feridos**. Distrito Federal, 09 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2012/10/explosao-em-laboratorio-de-quimica-da-unb-deixa-dois-feridos.html>> Acesso em: 19/10/2016

GOOGLE MAPS. **Localização da UTFPR Londrina**. 2017. Disponível em:  
<<https://www.google.com.br/maps/place/Universidade+Tecnol%C3%B3gica+Federal+do+Paran%C3%A1+--+UTFPR+--+Campus+Londrina/@-23.3076968,-51.1157817,346m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0xb87b800fca990d56!8m2!3d-23.30916!4d-51.11664>> Acesso em: 23/11/2017

GONÇALVES FILHO, A. P.; ANDRADE, J. C. S.; MARINHO, M. M. de O. **Cultura e gestão da segurança no trabalho: uma proposta de modelo**. Gestão & Produção v. 18 n.1. São Carlos, 2011.

GRICHENO, Y. **Importância do uso dos EPIs**. Destra Brasil Equipamentos de Segurança Individual, 14 de março de 2017. Disponível em:  
<<http://www.destrabrasil.com.br/importancia-do-uso-de-epis/>> Acesso em: 08/05/2017

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

**Manual de Elaboração de Mapa de Risco**. Gerência de Saúde e Prevenção. Goiás, 2017. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2012-11/manual-de-elaboracao-de-mapa-risco.pdf>> Acesso em: 30/08/2017

**Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais voltados para Análises de Água e Esgotos Sanitários e Industrial.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Laboratório de Saneamento “Profº Lucas Nogueira Garcez”, 2004.

**Manual de Segurança do Laboratório de Geoquímica Ambiental.** Disponível em: <[http://www.degeo.ufop.br/laboratorios/lgqa/Manual\\_de\\_Seguranca\\_do\\_LGqA.pdf](http://www.degeo.ufop.br/laboratorios/lgqa/Manual_de_Seguranca_do_LGqA.pdf)> Acesso em 13/10/2016

MARIANO, A. de B.; CAIRES, A. C. P.; OLIVEIRA, C. M. A. de; BARBAIO, D.; UZULIN, E. M.; MANCILHA, J. C.; SASSA, L. H.; MELLO, M. A. de; BERGAMO, M. E.; DEL REY, M.; PODADERA, P. **Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação.** Conselho Regional de Química – IV Região. 33 p. São Paulo, 2012.

MATTOS, U. A. de O.; FREITAS, N. B. B. **Mapa de risco no Brasil: as limitações da aplicabilidade de um modelo operário.** Cad. Saúde Pública v.10, n. 2. Rio de Janeiro, 1994.

MAYRA, J. **Testando seus conhecimentos sobre EPIs.** 2014. Disponível em: <<https://jessicamayra18.wordpress.com/>> Acesso em 09/11/2017

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução nº 33.** “Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde”. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2003.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma de Higiene Ocupacional: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor.** Procedimento Técnico NHO 06. Fundacentro. 2002

\_\_\_\_\_. **Norma de Higiene Ocupacional: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído.** Procedimento Técnico NHO 01. Fundacentro. 2001

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 1: Disposições Gerais.** Atualizada em 2009. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR1.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 5: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.** Atualizada em 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR5.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 6: Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Atualizada em 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 8: Edificações.** Atualizada em 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR8.pdf>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Atualizada em 2017. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade.** Atualizada em 2016. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 15: Atividades e Operações Insalubres.** Atualizada em 2014. Disponível em: <[http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15\\_anexoXI.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15_anexoXI.htm)> Acesso em 29/10/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 17: Ergonomia.** Atualizada em 2007. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** Atualizada em 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 23: Proteção Contra Incêndios.** Atualizada em 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR23.pdf>> Acesso em 01/05/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 25: Resíduos Industriais.** Atualizada em 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR25.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 26: Sinalização de Segurança.** Atualizada em 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR26.pdf>> Acesso em 30/08/2017

\_\_\_\_\_. **Normatização.** 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao>> Acesso em: 19/10/2016

MONTEIRO, L. F.; LIMA, H. L. M.; SOUZA, M. J. P. **A importância da saúde e segurança no trabalho nos processos logísticos.** XII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, Novembro de 2005.

MUNIZ, H.; BRITO, J.; SOUZA, K. R. de; ATHAYDE, M.; LACOMBLEZ, M. **Ivar Oddone e sua contribuição para o campo da Saúde do Trabalhador no Brasil.** Revista brasileira de saúde ocupacional. São Paulo, v. 38, n. 128. 2013.

MUSHAUREN, J. R.; DAMIANO, J. **A strategy for assessing and managing occupational exposures.** Fairfax, Virginia: AIHA. 1998.

OLIVEIRA, C. M. A. de; MANCILHA, J. C.; ROCHA, L. M. S.; SASSA, L. H.; MELLO, M. A. de; SANVIDO, M. de C.; BERGAMO, M. E.; REY, M. D.; OLIVEIRA, P. C. A. de; LOPES, W. A. C. **Guia de laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação.** Conselho Regional de Química – IV Região. 53 p. São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, J. C. de. **Segurança e saúde no trabalho: uma questão mal compreendida.** Perspec. v.17, n. 2. São Paulo, 2003.

ORSELLI, O. T. **Sistema de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho – OHSAS 10001.** 12 de janeiro de 2013.

**Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UTFPR câmpus Londrina.** 2017.

PRESTES, A. do R. **Modelo de mapa de riscos para serviços de conservação de obras rodoviárias.** 2009. 98 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2009.

**Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** 1994. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr9.htm>> Acesso em: 26/10/2016

PROLAB. **Normas de segurança para o uso da capela de exaustão de gases.** 2014. Disponível em: <<http://www.prolab.com.br/blog/normas-de-seguranca-para-o-uso-da-capela-de-exaustao-de-gases/>> Acesso em 09/11/2017

RANGEL, S. V. D; SILVA, M. B. C.; RANGEL, L. A. D.; SOARES, R. A. R. **Segurança em práticas de ensino em Laboratórios de Engenharia.** Revista Práxis, ano IX, n. 12. Dezembro de 2014.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de Riscos.** 120 p. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. Rede e-Tec Brasil, 2013.

SANTOS, Z. dos. **Segurança no Trabalho e Meio Ambiente.** Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/NR-9\\_BLOG.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/NR-9_BLOG.pdf)> Acesso em: 06/03/2017

SCHWAH, M. C. A; OAIGEN, E. R. **Objetivos para o uso da experimentação no ensino de química: a visão de um grupo de licenciados.** In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciência (ENPEC). Florianópolis, 2009.

SILVA, L. **Segurança do Trabalho – Prevenção de Acidentes – Notícias e artigos de interesse popular.** 2016. Disponível em:  
<<http://laerciojsilva.blogspot.com.br/2016/01/tipos-de-extintores-e-suas-aplicacoes.html>> Acesso em: 30/08/2017

TLVs® e BEIs®. **Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®).** Tradução ABHO, 256 p. 2012

UFMG. **Princípio de incêndio isola prédio da Química.** Minas Gerais, 3 de novembro de 2010. Disponível em:  
<<https://www.ufmg.br/online/arquivos/017267.shtml>> Acesso em: 19/10/2016

UNICAMP. **Segurança de Trabalho em Laboratórios Químicos.** Diretoria de Segurança do Trabalho – Instituto de Química. Disponível em:  
<[http://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/seg\\_lab\\_quimico.pdf](http://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/seg_lab_quimico.pdf)> Acesso em: 19/10/2016

VARELLA, D. **Umidade do ar: reflexos na saúde.** 2014  
Disponível em: <<https://drauziovarella.com.br/doencas-e-sintomas/umidade-do-ar-reflexos-na-saude/>> Acesso em: 01/11/2017

VERGA, A. F. **Artigo alerta sobre causas de acidentes em laboratórios.** Conselho Regional de Química- IV Região, 2015.

VERGA FILHO, A. F. **Minicursos 2008 Segurança do Trabalho.** Conselho Regional de Química- IV Região. 2008.

VERGA FILHO, A. F. **Segurança em Laboratório Químico.** Conselho Regional de Química – IV Região (SP). 2009.

VILELA, R. A. G.; IGUTI, A. M.; ALMEIDA, I. M. de. **Culpa da vítima: um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho.** Cadernos de Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, v. 20, n. 2. Rio de Janeiro, 2004.

VON SPERLING, M. **Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal.** Editora IWA, v. 1, 292 p. Minas Gerais, 2007.