

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

RAFAELA MAYUMI KAWATA

RISCOS OCUPACIONAIS DE LABORATÓRIO DE PESQUISA

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**LONDRINA/PR
2018**

RAFAELA MAYUMI KAWATA

RISCOS OCUPACIONAIS DE LABORATÓRIO DE PESQUISA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi

**LONDRINA/PR
2018**



TERMO DE APROVAÇÃO

RISCOS OCUPACIONAIS DE LABORATÓRIO DE PESQUISA

por

RAFAELA MAYUMI KAWATA

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização foi apresentado em 31 de Outubro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr. Ricardo Nagamine Costanzi
Prof. Orientador

Me. José Luis Dalto

Dr. Marco Antonio Ferreira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, professor Ricardo Nagamine Costanzi pela colaboração na elaboração do presente trabalho e por todo o ensinamento e conhecimento passado durante essa trajetória.

À toda minha família pelo incentivo e motivação no decorrer do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Agradeço principalmente à minha mãe (Odete Kawaziri), à minha irmã (Renata Kawata) e ao meu avô, que foi e sempre será meu melhor amigo, figura paterna, herói e exemplo de pessoa, que me ensinou a importância do conhecimento e a necessidade de se aprimorar a cada dia.

Aos meus colegas de turma, que sem eles as manhãs e tardes de sábado não seriam tão divertidas, à todo corpo docente do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e à coordenação e secretaria da pós graduação pela cooperação.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

KAWATA, Rafaela Mayumi. **Riscos ocupacionais de laboratório de pesquisa.** 2018. 74 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

O laboratório de pesquisa é um espaço comum nas Universidades e Centros de Pesquisa com a utilização de relevante número de pesquisadores, docentes, discentes, funcionários e estagiários. Porém, de modo geral, é um local onde as práticas de segurança são relegadas a um segundo plano devido a falta de conhecimento dos riscos e de informação dos usuários. A execução das atividades laboratoriais expõe o trabalhador à diversos riscos que devem ser identificados visando sua minimização para preservar a saúde e segurança do indivíduo. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento dos riscos inerentes às atividades exercidas em um laboratório de pesquisa localizado no estado do Paraná. Para tal foram utilizadas normas para os cálculos de ruído aos quais os trabalhadores ficam expostos e de iluminância do laboratório. O ruído foi calculado a partir da fórmula presente na NHO 01 da Fundacentro. Verificou-se um ciclo de exposição de ruído de cerca de 1 hora. Visto que o medidor de pressão sonora utilizado era de leitura instantânea, as medidas foram planejadas de maneira a cobrir 4 ciclos completos em dois dias diferentes, sendo totalizados 2 ciclos no período da manhã e 2 no período da tarde. As medições foram programadas para cada 15 segundos (perfazendo um total de 14.400 segundos) para garantir uma boa representatividade. O cálculo de iluminância foi baseada na ABNT NBR 5382 de 1985, que trata sobre a verificação de iluminância de interiores. Pelo fato do laboratório possuir dois diferentes tipos de iluminação, o local foi dividido em dois setores. O primeiro foi definido como um campo de trabalho regular, iluminado com fontes de luz padrão regular, simetricamente espaçadas em três fileiras. E o segundo em um campo de trabalho regular com teto luminoso. Ao final do levantamento de riscos, e da realização de uma Análise Preliminar de Riscos – APR, foi possível confeccionar um mapa de risco do laboratório. Dentre os resultados, os principais riscos levantados foram o químico (armazenamento incorreto, ausência de protocolos de uso e de informações do produto químico), o ergonômico (móvel inadequada propiciando desconforto na posição sentada, iluminação defasada), e de acidente (arranjo físico inadequado). Outros riscos como o biológico (possível contaminação biológica na etapa de coleta de amostras e durante a manutenção de cepas de cianobactérias) e físico (ruído de 76 dB(A), acima do recomendado para conforto acústico em laboratórios) também foram verificados, porém o nível de representatividade foi baixo.

Palavras-chave: Riscos Ocupacionais. Laboratório de Pesquisa. Análise Preliminar de Riscos. Mapa de Risco.

ABSTRACT

KAWATA, Rafaela Mayumi. **Occupational risks of research laboratory**. 2018. 74 pages. Graduation Work (Specialization in Work Safety Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2018.

The research laboratory is a common space in universities and research centers with the use of relevant number of researchers, teachers, students, employees and trainees. However, in general, it is a place where security practices are relegated to background due to the lack of knowledge of risks and users information. The execution of the laboratorial activities exposes the worker to several risks that must be identified in order to minimize them and preserve the health and safety of the individual. Thus, the present work aims to carry out a survey of the risks inherent to the activities carried out in a research laboratory located in the state of Paraná. For this, standards were used for noise calculations to which workers are exposed and for illuminance in the laboratory. The noise was calculated from a formula present in the NHO 01 of Fundacentro. There was a cycle of noise exposure of about 1 hour. Since the sound pressure meter used was a instantaneous reading, measurements were planned to cover 4 complete cycles on two different days, with 2 cycles being totaled in the morning and 2 in the afternoon. Measurements were programmed for every 15 seconds (totaling 14,400 seconds) to ensure good representativeness. The calculation of illuminance was based on ABNT NBR 5382 of 1985, which deals with the verification of interior illuminance. Due to the fact that the laboratory has two different types of lighting, the site was divided into two sectors. The first was defined as a regular work field, illuminated with regular standard light sources, symmetrically spaced in three rows. And the second was defined as a regular work camp with bright ceiling. At the end of the risk assessment, and a preliminary risk analysis - APR, it was possible to prepare the laboratory's risk map. Among the results, the main risks posed were chemical (incorrect storage, absence of protocols for use and chemical information), ergonomic (inadequate furnishings causing discomfort in sitting position, delayed lighting), and accident (inadequate physical arrangement). Other risks, such as biological (possible biological contamination at the sampling and maintenance stages of cyanobacteria strains) and physical (noise of 76 dB (A), above that recommended for acoustic comfort in laboratories) were also verified, however, with low level of representativeness.

Keywords: Occupational Risks. Research Laboratory. Preliminary Risk Analysis. Risk map.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração dos pontos de medidas de iluminância em um campo de trabalho regular, iluminado com fontes de luz padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.	24
Figura 2 - Ilustração dos pontos de medidas de iluminância em um campo de trabalho regular com teto luminoso.	24
Figura 3 - Representação esquemática do Laboratório.	29
Figura 4 - Armário de armazenamento dos produtos químicos.....	35
Figura 5 - Coleta de amostra de lodo em uma Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Londrina.....	36
Figura 6 - Microcistinas em tubos falcon.	37
Figura 7 - Cadeiras do Laboratório de Pesquisa.	40
Figura 8 –Vasos de Pressão. (A) Cilindros de Hélio, Nitrogênio e Ar sintético comprimido. (B) Autoclave.	48
Figura 9 - Mapa de Risco do Laboratório.	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais.	20
Quadro 2 - Categoria de Probabilidade.	27
Quadro 3 - Categoria de Severidade.	27
Quadro 4 - Matriz para avaliação qualitativa de risco.	28
Quadro 5 - Classificação de Riscos.	28
Quadro 6 - Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos à saúde humana.	33
Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.	42
Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO	13
3.2 SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA.....	14
3.3 RISCOS AMBIENTAIS.....	15
3.3.1 Agente Físico	16
3.3.2 Agente Químico	16
3.3.3 Agente Biológico	16
3.3.4 Agente Ergonômico	16
3.3.5 Agente de Acidente.....	17
3.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO – APR	17
3.5 MAPA DE RISCO	19
4 METODOLOGIA.....	21
4.1 RISCO FÍSICO.....	21
4.1.1 Ruído	21
4.2 RISCO QUÍMICO	22
4.2.1 Agentes Químicos.....	22
4.3 RISCO BIOLÓGICO.....	23
4.3.1 Agentes Biológicos	23
4.4 RISCO ERGONÔMICO	23
4.4.1 Iluminação	23
4.4.2 Postura em Pé e Sentada.....	25
4.5 RISCO DE ACIDENTE.....	25
4.5.1 Incêndio	26
4.6 LISTA DE VERIFICAÇÃO.....	26
4.7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO - APR	27
4.8 MAPA DE RISCO	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO	29
5.2 RISCO FÍSICO.....	30
5.2.1 Ruído	30
5.3 RISCO QUÍMICO	31
5.3.1 Agentes Químicos.....	31
5.4 RISCO BIOLÓGICO.....	36
5.4.1 Agentes Biológicos	36

5.5 RISCO ERGONÔMICO	38
5.5.1 Iluminação	38
5.5.2 Postura em Pé e Sentada	39
5.6 RISCO DE ACIDENTE.....	40
5.6.1 Incêndio	41
5.7 LISTA DE VERIFICAÇÃO.....	42
5.8 APR.....	49
5.9 MAPA DE RISCO	58
6 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A - Níveis de Pressão Sonora – NPS, seus respectivos números de observações e cálculo do Nível Médio de Pressão Sonora.....	66
APÊNDICE B - Inventário de Produtos Químicos do Laboratório de Pesquisa em Saneamento.....	69
APÊNDICE C - Cálculos de iluminância do Laboratório de Pesquisa em Saneamento.....	73

1 INTRODUÇÃO

Os laboratórios de pesquisa são utilizados por um relevante número de pesquisadores, docentes, discentes, funcionários e estagiários. Tal conjunto de indivíduos, no exercício de suas atividades, manipulam materiais biológicos, perfurocortantes, químicos, dentre outros. Dessa forma, o risco biológico e químico é iminente. Também podem ocorrer riscos físicos, ergonômicos e acidentais dependendo das atividades e linhas de pesquisas associadas ao laboratório em estudo.

Há uma defasagem enorme na literatura sobre registros de eventos de acidentes em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa (Muller e Mastroeni, 2004). Neste contexto, é essencial o desenvolvimento de estudos sobre acidentes ocorridos e o levantamento dos riscos existentes nos laboratórios de pesquisa para propiciar o aperfeiçoamento de estratégias de prevenção.

Para a prevenção de acidentes é necessária uma ampla diversidade de conhecimento relacionados aos fatores de risco e proteção nas atividades laboratoriais. Assim, a análise dos processos de trabalho é fundamental, pois possibilita a identificação de transformações necessárias a serem introduzidas no ambiente laboratorial para a melhoria das condições de trabalho e saúde do trabalhador.

Uma ferramenta eficaz para a identificação de potenciais riscos no ambiente de trabalho é a análise preliminar de risco (APR). Inicialmente são levantados os elementos e fatores ambientais que representem perigo para os usuários e cada elemento/fator é classificado em níveis de risco visando propor ações adequadas para minimizar a possibilidade de acidentes (COCHARERO, 2007, p. 50).

Pode-se associar a APR com o mapa de risco que é uma representação gráfica baseada no layout do local que permite a visualização e o entendimento das informações sobre a localização de cada risco presente no ambiente em estudo por meio de círculos com diferentes cores e dimensões, representando o tipo e a intensidade do risco, respectivamente.

A ocorrência de acidentes pode ser influenciada pelas características do ambiente e das atividades desenvolvidas. Com o intuito de verificar os principais fatores de risco e de proteção, que estrutura o problema, o presente trabalho terá como objetivo determinar quais são os principais riscos ocupacionais presentes em

laboratório de pesquisa de Saneamento Ambiental por meio de análise preliminar de risco – APR e mapa de risco.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um levantamento dos riscos inerentes às atividades exercidas em um laboratório de pesquisa localizado no estado do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os tipos de riscos aos quais os trabalhadores estão submetidos durante a jornada de trabalho;
- Verificar o cumprimento das normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho aplicáveis para um laboratório de pesquisa;
- Realizar uma Análise Preliminar de Risco (APR) no laboratório de pesquisa;
- Elaborar o mapa de risco do Laboratório.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SAÚDE E SEGURANÇA NO TRABALHO

Atualmente estão em vigor 36 Normas Regulamentadoras (NRs), estas obrigatórias para todas as empresas privadas ou públicas, com empregados registrados pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. Tais NRs são voltadas à segurança e a medicina do trabalho e representam um importante instrumento de proteção à saúde do trabalhador, que se concretiza através de ações como a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT, obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPIs, Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, Atividades e Operações Insalubres, Ergonomia, Proteção contra Incêndios, Sinalização de Segurança, entre outros.

As principais NRs relacionadas às atividades exercidas em Laboratórios de pesquisa em Saneamento Ambiental são:

- NR 1 – Disposições Gerais;
- NR 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA;
- NR 6 – Equipamento de Proteção Individual;
- NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional;
- NR 8 – Edificações;
- NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão;
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres;
- NR 16 – Atividades e Operações Perigosas;
- NR 17 – Ergonomia;
- NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis;

- NR 23 – Proteção contra Incêndios;
- NR 26 – Sinalização de Segurança.

3.2 SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA

No Brasil, são escassos dados históricos e estatísticos associados a acidentes em laboratórios de pesquisa, embora existam relatos de profissionais da área sobre o grande número de acidentes, geralmente de gravidade média a pequena.

Nestes laboratórios devem existir manuais e diretrizes associados ao uso de equipamentos e de conduta; equipamentos de proteção coletiva fabricados especificamente para locais de manuseio de produtos químicos, como por exemplo, chuveiros e lava-olhos para casos de acidentes com efeitos agudos iminentes; *kits* de primeiros socorros que visam garantir a condição de saúde do acidentado até a chegada de profissional especializado; *kits* para contenção de derramamento e extintores de incêndio (ERICKSON, 1996).

Bradbury (1989) e Rebelo (2007), ressaltam a importância da educação e comunicação no processo de gerenciamento de risco, por meio da divulgação de informações e treinamento. Erickson (1996) ainda complementa que o gerenciamento da saúde e segurança do trabalhador deve ser essencialmente proativo, demandando atividades de reconhecimento de perigos e riscos visando sua minimização.

Os laboratórios de pesquisa em Saneamento Ambiental possuem grande rotatividade de professores, pesquisadores, estagiários, alunos de graduação, mestrado e doutorado, além da variabilidade de atividades no local de pesquisa. A manipulação de produtos químicos (ex: solventes orgânicos, tóxicos, inflamáveis, voláteis, entre outros), microrganismos e agentes patológicos com risco de infectividade e morbidade é bastante variada nestes ambientes (HIRATA, 2002).

Em um estudo abrangendo laboratórios de pesquisa realizado por Oliveira e Ribeiro (2003), foi observado que a maioria dos acidentes ocorreram com acadêmicos, bolsistas ou estagiários que participavam de projetos de pesquisa. Para os autores, tal fato foi constatado visto que este grupo de pessoas permanece muito

tempo exposto aos riscos existentes no ambiente laboratorial. Segundo Carvalho (1999), acidentes em laboratórios ocorrem por diversas causas, incluindo principalmente a manipulação de materiais sem o cumprimento das normas de segurança.

Muller e Mastroeni (2004) concluíram em sua pesquisa de estudo de caso, em um laboratório de biomarcadores e contaminação aquática e imunológica, que os acidentes mais comuns foram as batidas, provavelmente devido ao layout inadequado e falta de espaço do laboratório. Ainda verificaram que é de extrema importância o investimento na conscientização quanto ao uso de EPIs, de maneira a evitar acidentes ou minimizar a gravidade das lesões.

Carvalho (2009) relata que as causas de acidentes mais graves são provenientes de materiais inflamáveis, explosivos, tóxicos e equipamentos geradores de calor, pelo seu manuseio, armazenamento e transporte irregular, sem a preocupação com a manutenção do equipamento/instrumento e a segurança do trabalhador.

A segurança em laboratórios de pesquisa é pouco evidenciada devido a subnotificações ou a sua falta, bem como devido ao escasso investimento nas instalações, visto que os trabalhadores podem ser denominados como rotativos, incluindo estudantes de graduação e pós-graduação. Embora os riscos apresentados sejam múltiplos e variados, a devida importância e atenção é negligenciada.

3.3 RISCOS AMBIENTAIS

Toda condição ambiental de trabalho que possa causar acidente de trabalho ou doença profissional com lesão grave à integridade física do trabalhador é considerado um risco grave e iminente (BRASIL, 1978). Conforme o item 9.1.5, os riscos ambientais são os agentes físicos, químicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho, que em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde dos trabalhadores. Além dos agentes mencionados na NR 9, que são itens obrigatórios na elaboração do PPRA, tem-se os agentes ergonômicos e os de acidente.

3.3.1 Agente Físico

São definidos agentes físicos diversas formas de energia às quais os trabalhadores podem estar expostos, como por exemplo, ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiação ionizante, radiação não ionizante, bem como o ultrassom e o infrassom (CAMISASSA, 2017).

Segundo Brevigliero (2011), o ruído pode causar efeitos além da surdez, podendo agir como um agente causador de nervosismo, irritação e insônia, impactando na comunicação e socialização do indivíduo.

3.3.2 Agente Químico

Conforme Camisassa (2017), os agentes químicos são substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela sua natureza da atividade de exposição possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo por meio da pele ou por ingestão.

Cienfuegos (2001) diz que dentre os riscos associados aos agentes químicos, podem-se destacar a inflamabilidade, substâncias corrosivas e irritantes, tóxicas ou nocivas e ainda substâncias altamente reativas.

3.3.3 Agente Biológico

Agentes biológicos são definidos pela NR 9 em seu item 9.1.5.3 como bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros (BRASIL, 1978). Acidentes originados por este tipo de agente, ocorrem pelo contato com materiais, ferramentas e vestimentas contaminadas, pessoas portadoras de doenças contagiosas, perfurocortantes etc. (BREVIGLIERO, 2011).

3.3.4 Agente Ergonômico

Segundo o artigo 17.1.1 da NR 17, os agentes ergonômicos relacionam-se com as condições de trabalho, incluindo o levantamento, transporte e descarga de materiais, o mobiliário, os equipamentos, as condições ambientais do posto de

trabalho e a própria organização do trabalho (BRASIL, 1978). Assim, como relata Camisassa (2017), os agentes ergonômicos são caracterizados pela falta de adaptação das condições de trabalho às características psicológicas do trabalhador. Dentre os agentes ergonômicos os mais comuns são: trabalho físico pesado, posturas incorretas, posições incômodas, repetitividade, monotonia, ritmo excessivo, trabalho em turnos e noturnos e a própria jornada de trabalho.

3.3.5 Agente de Acidente

Os agentes de acidentes também são denominados por alguns autores como agentes mecânicos. Analisando todos os agentes já mencionados nos itens anteriores, é possível verificar que os mesmos podem ser possíveis causadores de acidente. Entretanto, os agentes de acidentes estão compreendidos entre aqueles que ocorrem ao acaso, de forma imprevisível ou por desastre, podendo causar uma eventual lesão ao trabalhador (PONZETTO, 2002).

Portanto, pode-se considerar um agente de acidente, o arranjo físico inadequado, máquina sem proteção, iluminação deficiente, ligações elétricas deficientes, armazenamento inadequado, ferramentas defeituosas ou inadequadas, equipamentos de proteção individual inadequado, entre outros. Segundo Carvalho (1999), os acidentes em laboratórios possuem motivos variados. A manipulação de materiais sem cumprimento das normas de segurança é uma das principais causas que contribui para a ocorrência de acidentes.

3.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO – APR

A Análise Preliminar de Risco (APR) conforme Sella (2014), identifica eventos indesejáveis, suas causas, consequências, modos de detecção, prevenção e mitigação. Tal análise tem como foco o levantamento de riscos existentes para o ser humano, o meio ambiente, o patrimônio, a continuidade operacional e a imagem da empresa. Assim, são consideradas possíveis falhas de sistemas, equipamentos, operações e seus respectivos impactos.

Essa ferramenta de análise de riscos é específica para a identificação antecipada dos riscos, e a experiência da equipe de trabalhadores é de fundamental importância para o sucesso da APR. A sua análise abrangente teoricamente seria capaz de eliminar ou controlar os riscos de processos durante toda a vida útil da instalação (LOEWE e KARIUKI, 2007).

Para Loewe e Kariuki (2007), a APR pode ser dividida nas etapas:

- a) Identificação dos potenciais perigos: inclui a caracterização de todos os agentes químicos e físicos com potencial de causar danos ao homem, à propriedade ou ao ambiente. Inclui os riscos existentes quando há o armazenamento de energia ou temperaturas elevadas, altas pressões, entre outros. Desta forma, os perigos relacionados com o ser humano serão aqueles associados com a operação da instalação e muitas vezes com a causa da degradação do sistema;
- b) Avaliação dos controles aplicáveis aos eventuais riscos de processos, incluindo a avaliação dos erros humanos: eventos iniciais podem levar a desvios de processo. Se um desvio prosseguir sem correção, pode levar a um evento de acidente. Os controles administrativos, de engenharia e medidas de proteção devem ser avaliados para estabelecer o quanto o sistema poderia resistir à degradação devido a um evento inicial. Esses controles incluem alarmes, procedimentos, treinamento de operadores e socorro de emergência, entre outros. Fatores humanos são importantes ao analisar as situações em que o operador interage com o sistema. Todos os fatores que influenciam seu desempenho devem ser analisados. No entanto, existem métodos sistemáticos limitados para a inclusão de fatores humanos na APR.
- c) Identificação das possíveis consequências devido a falhas no controle: a identificação e análise de consequências é importante no estabelecimento das estratégias de mitigação. Para realizar uma APR, um dos seguintes métodos ou uma combinação são amplamente utilizados: análise de hipóteses, HAZOP, checklists, modo de falha e análise de efeito, árvore de eventos e/ou análise de árvore de falhas. Na indústria de processos, o HAZOP é o mais amplamente utilizado.

Assim, segundo CETESB (2003), a APR deve analisar todos os eventos perigosos das unidades da empresa, incluindo equipamentos perigosos, materiais

perigosos, fatores externos, procedimentos, layout da instalação, elementos de apoio à instalação (armazenamento, treinamento, equipamentos de teste, entre outros), equipamento/sistema de segurança e os erros humanos.

3.5 MAPA DE RISCO

A Portaria nº 5 de agosto de 1992 do Departamento Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador (DNSST) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) regulamenta a obrigatoriedade da elaboração de Mapas de Riscos Ambientais nas Empresas. O mapa de risco é definido como uma representação gráfica do reconhecimento dos riscos existentes nos diversos locais de trabalho e visa a conscientização e informação dos trabalhadores pela visualização dos riscos existentes no local de trabalho.

A Portaria nº 25 de dezembro de 1994 define que os objetivos do mapa de risco envolvem a união de informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde no trabalho na empresa e a possibilidade de troca e divulgação de informações entre os trabalhadores, bem como para incentivar sua participação nas atividades de prevenção.

A classificação dos principais riscos ocupacionais de acordo com a natureza e a padronização das cores correspondentes é disposto no Anexo IV da Portaria nº 25 de 1994 e está representado no Quadro 1. A intensidade do risco, conforme a percepção dos trabalhadores, deve ser representada por tamanhos proporcionalmente diferenciados na forma de círculos.

Grupo/Risco	Exemplos
Risco Físico	Ruídos, vibrações, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, frio, calor, pressões anormais e umidade.
Risco Químico	Poeiras, fumos, névoa, neblina, gases, vapores, substâncias compostas ou produtos químicos em geral.
Risco Biológico	Vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos.
Risco Ergonômico	Esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, imposição de ritmos excessivos, trabalho em turno e noturno, jornadas de trabalho prolongadas, monotonia e repetitividade, outras situações causadas de stress físico e/ou psíquico.
Risco de Acidentes	Arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

Quadro 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais.
Fonte: Brasil (1994).

4 METODOLOGIA

O levantamento dos riscos ao qual o trabalhador pode ser exposto consistiu na realização de medições e de análises/avaliações que podem ser classificados como dados quantitativos e qualitativos. As análises qualitativas foram direcionadas para os agentes químicos para avaliação da efetiva exposição do trabalhador quanto aos fatores ergonômicos, biológicos e de acidente. As análises quantitativas estão associadas aos aparelhos de medição, como o decibelímetro e luxímetro.

4.1 RISCO FÍSICO

4.1.1 Ruído

Para a avaliação quantitativa da exposição ocupacional ao ruído foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora instantâneo, o decibelímetro digital modelo DEC-5010, da marca Instrutherm, de acordo com a norma IEC 61672-1:2013, que representa a classe 2 de equipamentos e com a ANSI SI.4:1983 tipo 2. O medidor de nível de pressão sonora foi operado no circuito de compensação “A” e de resposta lenta (SLOW).

Após uma análise das atividades desenvolvidas no local em estudo, verificou-se um ciclo de exposição ao ruído que durava em média 1 hora. Visto que o medidor de pressão sonora utilizado era de leitura instantânea, as medidas foram planejadas de maneira a cobrir 4 ciclos completos em dois dias diferentes, sendo totalizados 2 ciclos no período da manhã e 2 no período da tarde.

Para verificar a pressão sonora a qual o trabalhador estava exposto o equipamento foi posicionado na zona auditiva do trabalhador e anotado o valor em dB em intervalos de 15 segundos, de modo a garantir boa representatividade, perfazendo um total de 14.400 segundos.

O nível médio - NM representativo da exposição do trabalhador foi determinado pela Equação (1) conforme NHO 01 da Fundacentro.

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(n_1 \times 10^{0,1NPS_1} + n_2 \times 10^{0,1NPS_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NPS_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NPS_n} \right) \right] \quad (1)$$

Onde:

NM – nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado;

n_i – número de leituras obtidas para um mesmo nível assumido, NPS_i ;

n – número total de leituras (devem ser incluídas as leituras de valores abaixo de 80 dB(A));

NPS_i – iésimo nível de pressão sonora assumido, em dB(A) (não devem ser incluídos os níveis de pressão sonora inferiores a 80 dB(A)).

Para verificar a conformidade com o esperado para o ambiente estudado, foi comparado os valores dispostos na ABNT NBR 10152 de dezembro de 1987, que prevê os níveis de ruído para conforto acústico.

4.2 RISCO QUÍMICO

4.2.1 Agentes Químicos

Para a avaliação do risco químico foi realizado um inventário de todos os compostos químicos (sólidos e líquidos) presentes no laboratório em estudo. Tal inventário foi comparado com os agentes químicos listados nos Anexos 11, 12 e 13 da NR 15. Assim, também foi averiguado as atividades/procedimentos desenvolvidos no laboratório que envolvem a exposição do trabalhador a poeiras minerais, como asbestos, manganês e sílica livre cristalizada (quartzo). Para os que não se enquadraram nos anexos foi verificado a ficha de informação de segurança do produto químico para avaliar o potencial risco dos mesmos.

Após a elaboração do inventário dos produtos químicos existentes no laboratório foram analisadas as condições de armazenamento dos mesmos, protocolos de manuseio e sua disposição final, caso o produto apresente toxicidade ou perigo ao ser humano.

4.3 RISCO BIOLÓGICO

4.3.1 Agentes Biológicos

Para verificar a presença de agentes biológicos que possam representar risco ao trabalhador foram elencadas todas as atividades/procedimentos realizados no laboratório que incluam a manipulação/utilização de culturas celulares patogênicas ou possivelmente tóxicas, resíduos ou efluentes que possam conter bactérias, vírus e/ou fungos.

4.4 RISCO ERGONÔMICO

4.4.1 Iluminação

A medição dos níveis de iluminação consistiu na utilização do luxímetro digital modelo LDR-225, da marca Instrutherm, para obter valores de iluminância. Como o ambiente é amplo e há vários locais de trabalho, existe a necessidade de delimitar o campo onde se realizam as tarefas visuais dos trabalhadores. Assim, a iluminância foi medida em um plano horizontal a 0,75 metros do piso e conforme metodologia exposta na ABNT NBR 5382, a qual fixa o modelo de verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares por meio da iluminância média sobre um plano horizontal proveniente da iluminação geral.

O laboratório é dividido em duas salas retangulares, a primeira é iluminada com fonte de luz padrão regular, simetricamente espaçadas em três fileiras, e a segunda com área regular possui teto luminoso. Para a primeira e segunda sala foram utilizadas as equações (2) e (3), respectivamente.

$$Iluminância_média = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM} \quad (2)$$

Onde: N = número de luminárias por fila

M = número de filas

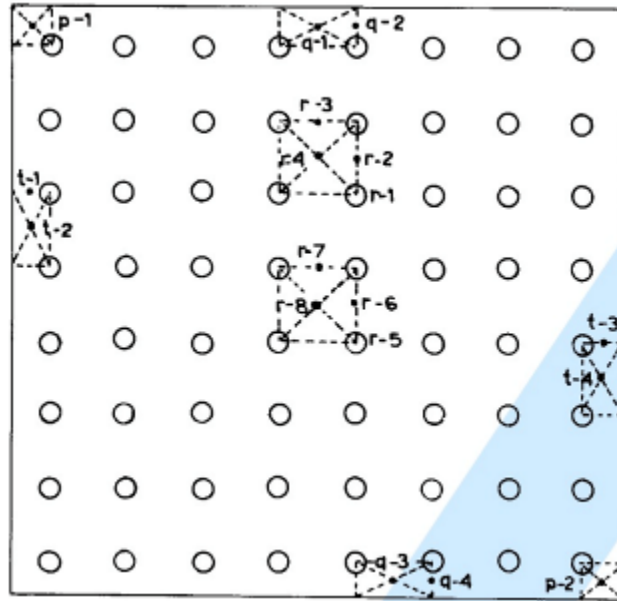


Figura 1 - Ilustração dos pontos de medidas de iluminância em um campo de trabalho regular, iluminado com fontes de luz padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1985).

$$Iluminância_média = \frac{R(L - 8)(W - 8) + 8Q(L - 8) + 8T(W - 8) + 64P}{WL} \quad (3)$$

Onde: W = largura do recinto, em metros

L = comprimento do recinto, em metros.

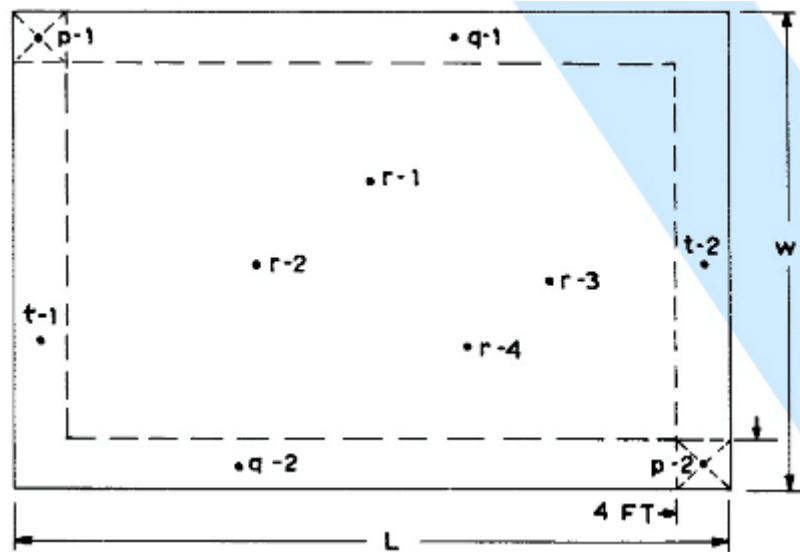


Figura 2 - Ilustração dos pontos de medidas de iluminância em um campo de trabalho regular com teto luminoso.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1985).

A partir das informações de iluminação de cada sala foi verificado a conformidade com a NBR 5413 de 1992, que tem como objetivo estabelecer os valores de iluminância médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

4.4.2 Postura em Pé e Sentada

Tanto a análise de postura em pé quanto sentada foi realizada pela observação da execução das atividades exercidas pelo trabalhador nessas posições. Assim, foi avaliado se havia esforço estático envolvido nas atividades desenvolvidas pelos trabalhadores. A coletânea de informações para identificar a presença de risco ergonômico também envolveu a avaliação superficial das mobílias onde os trabalhadores realizam suas pesquisas bibliográfica e tarefas que envolvem o uso de laptop, livros ou caderno. Tal avaliação elencou a área de trabalho - se é de fácil acesso e há a possibilidade de movimentação adequada aos segmentos corporais, - dimensões e estrutura dos assentos e mesas. Além das observações, foi realizado entrevistas com os pesquisadores para levantar as principais funções que geravam desconforto corporal e a opinião sobre a qualidade das condições de trabalho.

4.5 RISCO DE ACIDENTE

O risco de acidente pode estar relacionado à muitas causas, porém, os pontos essenciais em um laboratório de pesquisa podem estar relacionados com a necessidade de sinalização no ambiente de trabalho, utilização correta de EPIs e treinamento.

Desta forma, a presença de placas de sinalização e disposição das mesmas no local foram verificadas quanto a sua adequabilidade e existência; as atividades desenvolvidas que possam representar qualquer tipo de risco de acidente foram levantadas, tais como a existência de piso molhado, podendo levar a queda do trabalhador, ou a manipulação de vidraria quebrada, propiciando o risco de corte.

4.5.1 Incêndio

A partir da lista de produtos químicos obtida na etapa de levantamento de riscos químicos do item 4.2.1 do presente trabalho foi verificada a presença de produtos considerados inflamáveis ou combustíveis, o local em que os mesmos são armazenados e a quantidade de cada produto. Também foram averiguados itens essenciais à prevenção e combate a incêndios conforme as normativas:

- NR 23: Proteção contra incêndios;
- NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios;
- NBR 9441: Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- NBR 10897: Proteção contra incêndio por chuveiro automático;
- NBR 10898: Sistemas de iluminação de emergência;
- NBR 12693: Sistemas de proteção por extintores de incêndio;
- NBR 15808: Extintores de incêndio portáteis.

4.6 LISTA DE VERIFICAÇÃO

Uma lista de verificação (*checklist*) funciona como uma ferramenta eficaz na identificação de riscos, permitindo avaliar os parâmetros de segurança em diversas áreas. Conforme Franco (2010), é uma análise qualitativa que se utiliza de critérios pré-estabelecidos e respostas pré-formatadas.

Para avaliar a situação do ambiente de trabalho, a organização da segurança do trabalho, os riscos ambientais, a sinalização e a identificação; foi confeccionado um *checklist* com base nos requisitos de conformidade estipulado pelas Normas Regulamentadoras de Segurança no Trabalho.

As NRs utilizadas foram as que se enquadravam na área de atuação do laboratório em estudo, sendo elas: NR 1 (Disposições Gerais), NR 5 (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), NR 6 (Equipamentos de Proteção Individual - EPI), NR 7 (Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional), NR 8 (Edificações), NR 9 (Programas de Prevenção de Riscos Ambientais), NR 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade), NR 11 (Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais), NR 13 (Caldeiras e Vasos

de Pressão), NR 17 (Ergonomia), NR 23 (Proteção Contra Incêndios), NR 25 (Resíduos Industriais) e NR 26 (Sinalização de Segurança). Assim, a lista de verificação resulta em uma relação de quesitos que atendem ou não atendem as obrigações e orientações das NRs descritas.

4.7 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO - APR

Para a análise preliminar de risco foi realizada uma revisão geral dos aspectos de segurança através de um formato padrão, levantando-se as atividades, os tipos de riscos, as causas/agentes, as consequências de cada risco, medidas de prevenção ou correção e categorização dos riscos, através da probabilidade e severidade, para priorizar ações. A probabilidade e severidade foram estipuladas segundo o Quadro 2 e 3.

A	Extremamente remota	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do processo.
B	Remota	Não esperado ocorrer durante a vida útil do processo.
C	Improvável	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo.
D	Provável	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do processo.
E	Frequente	Esperado de ocorrer várias vezes durante a vida útil do processo.

Quadro 2 - Categoria de Probabilidade.
Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

I	Desprezível	Não ocorrem lesões/mortes de funcionários e/ou terceiros; o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor
II	Marginal	Lesões leves em funcionários e/ou terceiros
III	Crítica	Lesões de gravidade moderada de funcionários e/ou terceiros.
IV	Catastrófica	Provoca mortes ou lesões graves.

Quadro 3 - Categoria de Severidade.
Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

O Quadro 4 relaciona a severidade com a probabilidade, resultando na interpretação do risco da atividade analisada. Cada número e sua respectiva cor é uma classificação do nível de risco - Quadro 5.

		Severidade			
		I	II	III	IV
Probabilidade	A	1	1	1	2
	B	1	1	2	3
	C	1	2	3	4
	D	2	3	4	5
	E	3	4	5	5

Quadro 4 - Matriz para avaliação qualitativa de risco.

Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

Classificação dos Riscos	
1	Desprezível
2	Menor
3	Moderado
4	Sério
5	Crítico

Quadro 5 - Classificação de Riscos.

Fonte: Adaptado de CETESB (2008).

4.8 MAPA DE RISCO

Assim, com o levantamento dos riscos presentes no laboratório de pesquisa e na casa de gás, do primeiro semestre do ano de 2018, foi construído o mapa de risco, onde os riscos foram simbolizados por círculos de três tamanhos diferentes e conforme a gravidade, em cores. As cores seguem a Portaria n. 25 de dezembro de 1994, da Tabela I, Anexo IV, na qual para cada classificação de risco há uma cor definida. Para riscos físicos tem-se a cor verde, para o químico o vermelho, para o biológico o marrom, ergonômico o amarelo e o risco de acidente a cor azul.

Para uma melhor interpretação do mapa, foi elaborado um Quadro distribuindo as atividades conforme o grau de risco (pequeno, médio ou grande) com o agente causador (físico, químico, biológico, ergonômico ou mecânico).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO

O laboratório de pesquisa na área de saneamento em estudo situa-se no estado do Paraná, em uma instituição de ensino superior público, com população em torno de 20 pessoas, sendo variável anualmente devido a ingressos e egressos.

O local compreende uma área de aproximadamente 47 m² setorizado em dois ambientes, sala 1 e sala 2 (Figura 3). A sala 1 é a que possui uma área em que é disposto os cromatógrafos, a capela, computador, os armários de vidraria e de produtos químicos. Além da área do laboratório, há uma construção separada para a armazenagem dos cilindros de gases utilizados nos cromatógrafos disponíveis no laboratório. Tal local possui uma área com cerca de 4,8 m².

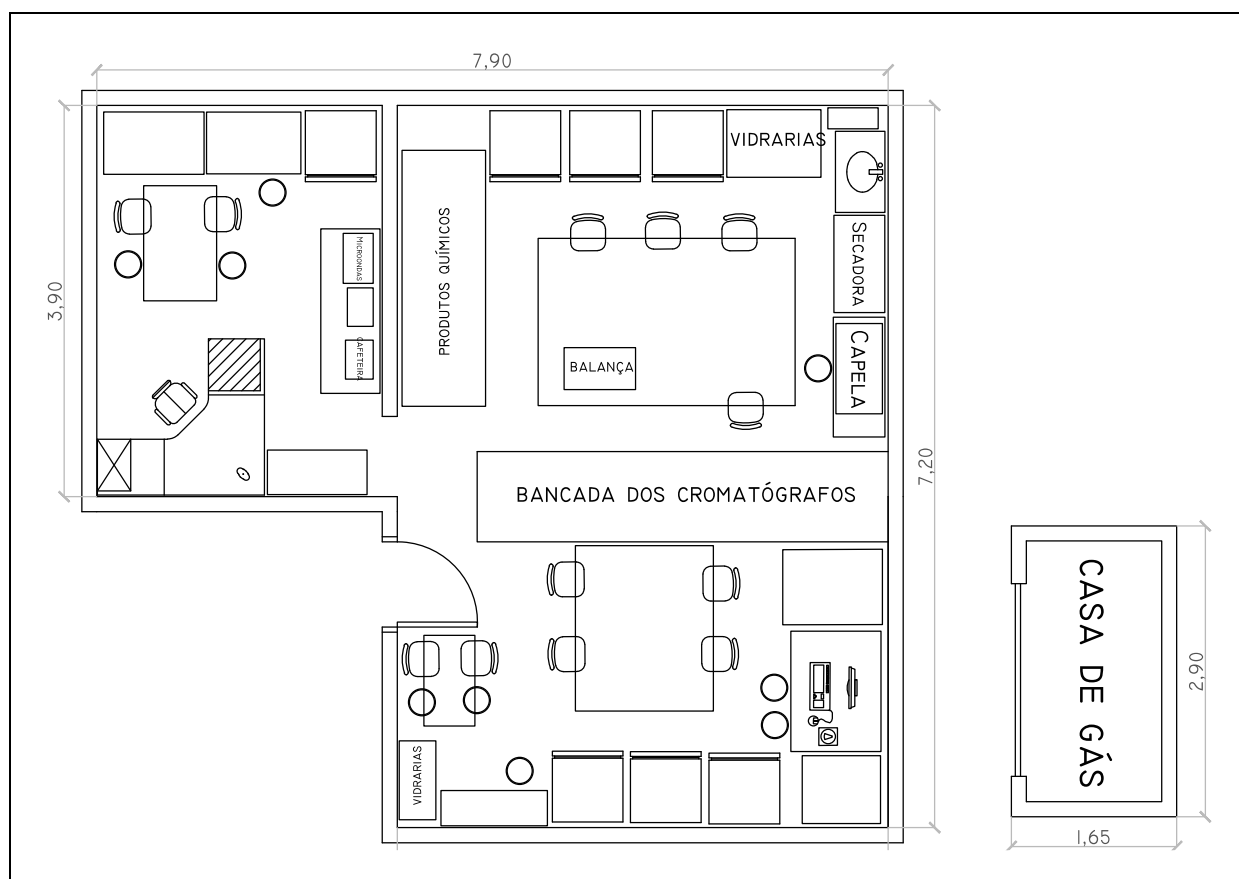


Figura 3 - Representação esquemática do Laboratório.
Fonte: Autoria própria.

A NR 4 e 5 em seus Quadros I e III, respectivamente, dispõem uma relação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE. Assim, a partir dos mesmos o laboratório se enquadra na categoria C-32, com código no CNAE igual a 71.20-1, referente à Testes e análises técnicas. Sendo que sua hierarquia é definida: Seção M – Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas; Divisão 71 – Serviços de Arquitetura e Engenharia; Testes e Análises Técnicas; Grupo 712 Testes e Análises Técnicas; e Classe 7120-1 – Testes e Análises Técnicas. Para tal classificação, o grau de risco - GR é 2.3.

Conforme a NR 4, para atividades com grau de risco 2 o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT é obrigatório para empresas que possuam mais de 500 funcionários. Com relação à Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, para o grupo C-32, sua obrigatoriedade é apenas para empresas com mais de 50 funcionários.

5.2 RISCO FÍSICO

5.2.1 Ruído

Os dados de níveis de pressão sonora - NPS coletados estão dispostos no Apêndice A com os respectivos números de observações. A partir dessas informações e da Equação 1 mencionada no item 4.1.1, obteve-se o valor de 76 dB(A) como nível médio representativo da exposição sonora do trabalhador.

A NBR 10152 de dezembro de 1987, que trata sobre níveis de ruído para conforto acústico, fixa como nível de ruído compatível com conforto acústico para laboratórios em escola, a faixa de 40 a 50 dB(A). O valor inferior desse intervalo proporciona a sensação de conforto e o valor superior é considerado aceitável para a finalidade do local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

A Norma Regulamentadora 17, do Ministério do Trabalho e Emprego, complementa a NBR 10152, estabelece o nível de ruído aceitável para efeito de conforto de até 65 dB(A) para locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constante, como salas de controle,

laboratórios, escritórios, dentre outros; e que não apresentem equivalência ou correlação com as mencionadas na NBR 10152.

O nível médio de pressão sonora a qual o trabalhador fica exposto em sua jornada de trabalho foi em torno de 76 dB(A). Assim, o valor obtido de NPS ultrapassou o intervalo considerado o ideal para conforto acústico, ficando muito além do considerado aceitável para o ambiente estudado.

5.3 RISCO QUÍMICO

5.3.1 Agentes Químicos

O inventário dos produtos químicos utilizados no laboratório está elencado no Apêndice B. Comparando o inventário com os agentes químicos listados nos Anexos 11 e 13 da NR 15 – que dispõe os agentes químicos envolvidos nas atividades e operações insalubres, verificou-se a presença de produtos químicos elencados no local de estudo. Assim, os agentes químicos presentes no laboratório, baseando-se nas NR 11 e 15 foram: acetona, acetonitrila, ácido acético, ácido clorídrico, ácido fórmico, álcool etílico, diclorometano, formaldeído, metanol, ácido nítrico, ácido fosfórico e o ácido sulfúrico. Tais agentes estão destacados no Apêndice B.

Além dos agentes químicos mencionados pela norma relacionada com risco químico, as fichas de informação de segurança de algumas substâncias químicas presentes no laboratório foram analisadas para levantar o potencial risco dos mesmos. Alguns dos produtos químicos mais utilizados são apresentados no Quadro 8 do item 5.8 na APR.

O éter metil-terc-butílico – MTBE, utilizado em práticas de análises de formação de subprodutos da oxidação – SPOs, é um aditivo nocivo e conforme sua ficha de informação de segurança elaborada pela Braskem (2017), é um líquido inflamável categoria 2, possui toxicidade aguda categoria 5, representa perigo por aspiração (categoria 1) e é classificado como categoria 2 para corrosão/irritação à pele.

Outros perigos que não resultam em uma classificação incluem depressão do sistema nervoso, dor de cabeça e fraqueza, perda de consciência em casos de exposição a concentrações excessivas de MTBE. Além disso, também é sensibilizante dérmico, carcinogênico, sensibilizante à respiração e mutagênico. Seu armazenamento deve ser em ambiente refrigerado, sendo assim, o composto é armazenado em uma geladeira no laboratório de pesquisa.

Com relação aos metais presentes no local de estudo, muitos deles, pode causar dores abdominais, vômitos, diarreia, e se inalado, causam irritação nas mucosas, tosse, respiração superficial e possível lesão nas vias respiratórias. Além de irritações, alguns metais também pode acarretar em mutagenicidade em células germinativas. Para o controle de exposição e proteção individual deve-se utilizar roupa impermeável, óculos de segurança de ampla visão e luva nitrílica. (ANIDROL, 2015; MERCK, 2017).

Na categoria de coagulantes utilizados no laboratório, pode-se dizer a partir das fichas de informações e conforme a CETESB (2018), que os mesmos são produtos considerados corrosivos e que reagem com substâncias alcalinas. Seus efeitos adversos à saúde humana incluem irritação nos olhos, pele e nas mucosas das vias respiratórias e queimaduras. Quando inalado pode dificultar a respiração e provocar náuseas. Como medida de segurança, o uso de EPIs como luvas, botas e roupas de PVS, máscara (quando gerados pós), óculos de acrílico com proteção lateral e vestimentas resistentes à ácidos, é imprescindível.

Para os coagulantes, precauções especiais precisam ser tomadas, como uma boa ventilação local natural, lava-olhos e chuveiros de emergência devem ser instalados próximos das áreas de manuseio e armazenamento do produto. Infelizmente, tais precauções não são adotadas pelo laboratório.

Os ácidos fortes, como já salientados nos Anexos 11 e 13 da NR 15, se manipulados de maneira incorreta podem resultar em danos à saúde. Dentre os riscos ao trabalhador pode-se citar queimadura na pele e olhos se entrar em contato direto, e se ingerido queimadura na boca e garganta. As bases fortes também estão presentes no laboratório de pesquisa, e seus efeitos à saúde humana são predominantemente os mesmos dos ácidos fortes. Como medida de segurança, o trabalhador deve utilizar luvas, botas e roupas de borracha butílica e máscaras de respiração autônoma e com filtro (CETESB, 2018).

O laboratório trabalha também com uma linha de pesquisa voltada na área de análises de agrotóxicos, mais especificamente, herbicidas. Os herbicidas são bastante disseminados na agricultura para o combate às plantas invasoras. De acordo com Peres e Moreira (2003, p. 36), os agrotóxicos são bastante resistentes no meio ambiente principalmente pela acumulação nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema, como água, solo, sedimentos, dentre outros.

A Organização Pan-americana de Saúde (1996, p. 19) e Peres e Moreira (2003, p. 28), classificam os agrotóxicos em função dos efeitos à saúde decorrentes da exposição humana a tais agentes, resultando em diferentes classes toxicológicas, descritas no Quadro 6. A classificação seguiu resultados de testes e estudos laboratoriais que estabeleceram a dosagem letal 50% (DL₅₀), que significa basicamente a quantidade de substância necessária para matar 50% dos animais testados nas condições experimentais utilizadas.

Classe Toxicológica	Toxicidade	DL ₅₀	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	≤ 5mg/Kg	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50 mg/Kg	Amarela
III	Medianamente tóxico	Entre 50 e 500 mg/Kg	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5000 mg/Kg	Verde

**Quadro 6 - Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos à saúde humana.
Fonte: Adaptado de OPS (1996).**

Os sintomas de intoxicação por agrotóxicos são diversos. Com relação aos herbicidas, incluem como sintomas de intoxicação aguda a perda de apetite, enjoo, vômito, fasciculação muscular, sangramento nasal, fraqueza, desmaio e conjuntivites. E sintomas de intoxicação crônica tem-se a indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogênese, lesões hepáticas, dermatites de contato e fibrose pulmonar.

A manipulação desses compostos é extremamente perigosa, haja visto que esses compostos são encontrados no laboratório tanto na forma comercial como na forma de padrão. Ambos são perigosos, porém o padrão, como o nome já diz, é o composto isolado, sendo mais tóxico do que o comercial.

O armazenamento dos herbicidas se encontra em um ambiente refrigerado, no caso uma geladeira, separado em uma caixa específica, de forma a separá-los dos demais compostos armazenados. Na caixa, cada herbicida se encontra

separado em frascos âmbar distintos com uma “bula” descrevendo suas características/propriedades, cautelas de manipulação, concentração e quantidade existente no frasco (PERES e MOREIRA, 2003, p. 34).

Assim como para os produtos químicos averiguou-se a atividade de preparação de amostras, mais especificamente na área de microcontaminantes na etapa de extração de amostra, a manipulação de ODS (sílica) para a confecção de cartuchos de extração. De acordo com a NR 15, em seu anexo 12, existe um limite de tolerância para poeiras minerais, incluindo a sílica livre cristalizada. O fornecimento de EPIs não é totalmente correto, uma vez que atualmente somente as luvas nitrílicas são providas ao trabalhador. Os óculos com proteção lateral e máscaras com filtro, EPIs essenciais para a proteção e segurança do trabalhador nessa determinada atividade, não são disponibilizadas aos trabalhadores devido ao desabastecimento dos mesmos no local de trabalho.

Não foi possível realizar a quantificação de exposição de todos os agentes químicos, uma vez que a utilização destes é realizada de forma esporádica e não constante para a maioria dos trabalhadores, ou seja, existe uma grande rotatividade de pessoas na manipulação dos compostos químicos com tempo de exposição e contato bastante variável dependendo da demanda de amostragem e análise.

Os produtos químicos do inventário (Apêndice B) são armazenados em um armário específico para vidrarias e reagentes químicos, como pode ser visualizado na Figura 4. Os compostos são separados entre abertos e fechados, sendo os líquidos abertos guardados em uma área específica do armário.

A organização não segue uma categorização, sendo os mesmos dispostos no armário de forma aleatória, porém organizada em fileiras, com fácil localização e acesso aos reagentes. Para os reagentes fechados, os compostos são arrumados de forma que os frascos do mesmo composto fiquem próximos uns dos outros. Os reagentes líquidos fechados situam-se na prateleira da base do armário para evitar sobrecarga de peso.



Figura 4 - Armário de armazenamento dos produtos químicos.
Fonte: Autoria própria.

Costalonga, Finazzi e Gonçalves (2010, p. 32) mencionam que os reagentes devem ser estocados em grupos quimicamente compatíveis, separados entre si por barreiras físicas e entre líquidos dos sólidos, além de manter os grupos incompatíveis o mais distante possível. Salientam também que para evitar a geração de um meio adequado para reações no caso de quebra de frascos, deve-se utilizar compartimentos secundários, como bandejas plásticas, para acomodar os reagentes.

O acondicionamento ideal de reagentes em estantes dispõe que os produtos químicos acondicionados em recipientes de vidro devem ser estocados em estantes próximas ao piso e os mais pesados nas prateleiras inferiores; os ácidos e bases distribuídos conforme a “força relativa”, os mais fortes embaixo e os mais fracos em cima. Os reagentes incompatíveis com água devem ser colocados em estantes longe da tubulação de água e os inertes agrupados de forma a facilitar sua localização (COSTALONGA; FINAZZI; GONÇALVES, 2010, p. 32).

Assim, após o levantamento dos agentes químicos, fica evidente a iminência do risco químico no cotidiano dos trabalhadores, uma vez que tais agentes não são organizados da maneira correta e manipulados com as devidas precauções para o zelo da saúde do trabalhador. O fato dos produtos químicos não possuírem protocolos específicos de manuseio, disposição final e seus potenciais riscos, agrava ainda mais a possibilidade de danos à saúde dos funcionários do laboratório em estudo.

5.4 RISCO BIOLÓGICO

5.4.1 Agentes Biológicos

O laboratório estudado abrange atividades como análises de águas para abastecimento, águas superficiais, águas residuárias, lodos e resíduos sólidos. A amostragem, para as análises dessas diversas matrizes envolve a possibilidade de contato direto com bactérias, vírus e protozoários.

O uso de EPIs para a execução desta atividade é essencial para proporcionar proteção ao trabalhador pelo contato direto com agentes biológicos. Na Figura 5 pode ser verificado o uso de EPIs da trabalhadora com relação à sua segurança durante a coleta de amostra. No caso de coletas de amostras além do contato com agentes biológicos, pode haver o risco de queda.



Figura 5 - Coleta de amostra de lodo em uma Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Londrina.

Fonte: Autoria própria.

Outra atividade desenvolvida no laboratório é a manutenção de cepas de cianobactérias, também conhecidas como algas azul-esverdeadas. Segundo Haande (2008, p. 2), as cianobactérias possuem um variado impacto dentro dos

ecossistemas naturais, pois colonizam diversos tipos de meios, tanto marinho como terrestre, devido à grande versatilidade morfológica e funcional das células.

As cianobactérias produzem toxinas que podem ser agrupadas em hepatotoxinas, neurotoxinas, citotoxinas ou irritantes dérmicos. No caso deste estudo, verificou-se o risco presente apenas para a microcistina, uma hepatotoxina produzida pelo gênero aquático *Mycrocystis* (GOMES, 2003, p. 5). A *Mycrocystis* é uma alga de coloração azul-esverdeada que libera as microcistinas e é perceptível durante a manutenção de suas cepas quando há a mudança de coloração para uma tonalidade mais azul (Figura 6).



**Figura 6 - Microcistinas em tubos falcon.
Fonte: Autoria própria.**

As hepatotoxinas são transportadas para o fígado através de transportadores iônicos existentes no intestino delgado e canais biliares. Essa toxina, uma vez presente no fígado, atrofia os hepatócitos, que são essenciais à sua manutenção, ocasionando conseqüentemente inacessibilidade do órgão e hemorragia posterior. Se tal lesão não for fatal, ocorre uma irreversibilidade na disfunção hepática, que causará consecutivamente uma falha cardíaca (GOMES, 2013, p. 7).

A manutenção das cepas é realizada apenas por um trabalhador do laboratório e a cada 15 dias, o que apresenta uma exposição relativamente pequena. Assim, é imprescindível para essa atividade a utilização de luvas, jaleco, óculos de proteção e calçado fechado. Como a manutenção é feita em uma zona

estéril, exigindo a presença de fogo, a utilização da luva pode incomodar o trabalhador, e muitas vezes, o equipamento de proteção individual não é utilizado.

Embora a exposição não seja frequente, apenas o fato do contato direto pode ocasionar a contaminação do trabalhador, podendo causar sérios danos à saúde do indivíduo.

5.5 RISCO ERGONÔMICO

5.5.1 Iluminação

O laboratório é dividido em duas salas retangulares, a primeira, iluminada com fonte de luz padrão regular, simetricamente espaçada em três fileiras, e a segunda com área regular e teto luminoso. Para a primeira e segunda sala, tem-se os valores coletados de iluminância, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de iluminância dos pontos de medição.

		P (lux)	T (lux)	Q (lux)	R (lux)
Sala 1	1	173	370	249	360
	2	206	207	263	233
	3	-	219	414	300
	4	-	139	230	296
	5	-	-	-	302
	6	-	-	-	321
	7	-	-	-	252
	8	-	-	-	187
Sala 2	1	190	247	232	368
	2	220	244	194	369
	3	-	-	-	338
	4	-	-	-	383

Conforme metodologia descrita no item 4.4.1, calculou-se os valores médios de P, T, Q, R e Iluminância Média – IM. Para a primeira sala, considerou-se que a mesma possui três filas contendo duas luminárias cada. E para a segunda sala, levou-se em consideração as dimensões da sala, que consistem em 3,90 metros de

comprimento e 3 metros de largura. Tais dados são descritos na Tabela 2 e os cálculos para a obtenção dos mesmos estão demonstrados no Apêndice C.

Tabela 2 - Valores médios de P, T, Q, R e iluminância Média.

Sala	P (lux)	T (lux)	Q (lux)	R (lux)	Iluminância Média (lux)
1	189,5	233,8	289	281,4	251,5
2	205	245,5	213	364,5	323,6

A NBR 5413/1992, em seu item 5.3, iluminância em lux, por tipo de atividade, dispõe que para laboratórios em escola o ideal seria uma iluminância de 500 lux (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Uma vez que para ambas as salas esse valor não foi atingido, ficando apenas com porcentagem de iluminação de aproximadamente 50% e 65% do ideal para as salas 1 e 2, respectivamente, o parâmetro iluminação, não está em conformidade com a legislação.

5.5.2 Postura em Pé e Sentada

No cotidiano os trabalhadores ficam mais sentados do que em pé, podendo ser esta situação variável dependendo do tipo de atividades. Através de observações verificou-se que os trabalhadores não fazem esforço estático. Em entrevistas informais com 15 trabalhadores, constatou-se que as atividades que geravam mais desconforto eram as que envolviam o desenvolvimento de escrita, estudo e utilização de computadores/notebooks.

Onze dos quinze trabalhadores se queixaram de dores nas costas, ombros, lombar e pescoço. Tais reclamações tinham como principal fonte as cadeiras e mesas disponíveis no laboratório. Os trabalhadores também mencionaram dificuldade de movimentação no local, sendo os corredores de passagem estreitos, com a necessidade de deslocamento dos colegas para a realização do movimento de passagem.

A área de trabalho em geral é de difícil acesso e não há a possibilidade de movimentação adequada aos segmentos corporais pois os corredores de passagem são realmente muito estreitos, cerca de 35 cm. O mínimo para a passagem deveria ser de 60 cm.

Elencados tais desconfortos, foi realizada uma avaliação da mobília e dos corredores. Na Figura 7 é possível verificar a diversidade de cadeiras presentes no laboratório. Algumas são feitas de madeira e outras estofadas. A altura das cadeiras e mesas variam de 43 a 53 cm e de 75 a 81 cm, respectivamente.



**Figura 7 - Cadeiras do Laboratório de Pesquisa.
Fonte: Autoria própria.**

A combinação de uma altura fixa da mesa e da cadeira dificulta muito a obtenção de uma posição considerada boa para a postura sentada, uma vez que não se pode variar nenhuma das alturas, sendo necessário escolher entre uma boa altura para as pernas ou uma boa altura para conseguir digitar e enxergar a tela do computador.

Os assentos não são marcados e/ou específicos conforme a estatura de cada pesquisador, o que agrava a possibilidade de dores ao final do dia, uma vez que as alturas das cadeiras não são ajustáveis. Além disso, a ausência de apoio de braço e encosto adequado pode provocar desconfortos na postura sentada.

5.6 RISCO DE ACIDENTE

Os itens essenciais para minimizar os riscos de acidentes incluem uma boa sinalização, seja com placas, faixas coloridas, luzes de emergência, utilização de EPIs, presença de EPCs, treinamentos, entre outros.

Assim, evidenciado a importância desses itens, foi feita uma análise do local e constatou-se a ausência de sinalização de segurança em caso de incêndio (ver item 5.5.1), falta de treinamento protocolar para novos pesquisadores, ausência de EPCs, como exaustores em caso de vazamento de gás e dificuldade de locomoção. O arranjo físico foi adaptado para inclusão de materiais e equipamentos ao longo do tempo, porém apresenta pouca adequabilidade às necessidades de circulação e de atividades laborais, o que é considerado como potencial agente de risco de acidente.

Além disso, existe a possibilidade de risco de corte em caso de vidraria quebrada e de queda em situação de piso molhado ou escorregadio, havendo a necessidade de sinalização informativa. A defasagem desses elementos de segurança que poderiam minimizar o risco de acidentes evidencia os riscos de acidentes a qual os trabalhadores estão expostos durante sua jornada de trabalho.

5.6.1 Incêndio

O laboratório armazena em seu interior um total de aproximadamente 50 litros de produtos inflamáveis. Como os produtos químicos são acondicionados todos em um único armário sem a devida separação, alguns reagentes podem reagir entre si podendo iniciar um foco de incêndio, representando um risco de acidente iminente.

Em caso de incêndio o laboratório não possui sinalização de evacuação, como placas de saída fluorescentes ou iluminadas em cima da porta, luzes guia até a saída, muito menos saída de emergência. Existe apenas uma porta que serve tanto para a entrada como saída.

Verificando a conformidade com as legislações pertinentes ao item incêndio, o laboratório não atende à NR 23 (Proteção contra incêndios), NBR 9077 (Saídas de emergência em edifícios), NBR 9441 (Sistemas de detecção e alarme de incêndio), NBR 10897 (Proteção contra incêndio por chuveiro automático), NBR 10898 (Sistemas de iluminação de emergência), NBR 12693 (Sistema de proteção por extintores de incêndio). A única em que o laboratório está em conformidade é com a NBR 15808 que estabelece exigências sobre extintores de incêndio portáteis.

5.7 LISTA DE VERIFICAÇÃO

A lista de verificação teve como intuito verificar se o laboratório está em conformidade com as Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho. Foram avaliados 59 itens, de diversas normas (NR 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 23, 25 e 26), que se enquadram no local em estudo (Quadro 7).

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
1	1.7 a)	O empregador cumpri as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho?			X	
	1.7 b)	O empregador elabora ordem de serviço sobre segurança e saúde no trabalho?			X	
	1.7 c)	O empregador informa os risco profissionais, meios de prevenção de riscos, resultados de exames médicos e de avaliações ambientais realizadas nos locais de trabalho?			X	
	1.7 e)	O empregador determina procedimentos a serem adotados em caso de acidente ou doença relacionada ao trabalho?			X	
5	5.2	Constitui CIPA? Encontra-se em funcionamento?	X			
	5.16 a)	Os riscos do processo de trabalho foram identificados e o mapa de risco foi elaborado?			X	
	5.16 b)	Um plano de trabalho que possibilite a ação preventiva na solução de problemas de segurança e saúde no trabalho foi elaborado?			X	
	5.23	A CIPA realiza reuniões ordinárias mensais?			X	
	5.32	A empresa promove treinamento aos membros da CIPA?			X	

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

(continua)

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
6	6.3	A empresa fornece aos empregados, gratuitamente, EPI adequado a risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento?		X		Os EPIs são fornecidos gratuitamente, porém nem sempre estão disponíveis em estoque para a distribuição aos trabalhadores.
	6.6.1 a)	O empregador proporciona o EPI adequado ao risco de cada atividade ao trabalhador?			X	
	6.6.1 b)	O empregador exige o uso de EPI?		X		A exigência do empregador na utilização dos EPIs se dá quando tais equipamentos são fornecidos aos trabalhadores..
	6.6.1 d)	Os trabalhadores recebem orientação e treinamento sobre o uso adequado, guarda e conservação?		X		É passado ao trabalhador de maneira informal em quais atividades os EPIs devem ser utilizados.
	6.6.1 e)	Os EPIs são substituídos imediatamente quando danificado ou extraviado?			X	
	6.6.1 f)	Os EPIs são higienizados e recebem manutenção periódica?			X	
	6.6.1 h)	O fornecimento de EPIs ao trabalhador é registrado (livros, fichas ou sistema eletrônico)?			X	
7	7.3.1 a)	O PCMSO está devidamente elaborado e implementado?			X	
	7.5.1	O estabelecimento está equipado com material necessário à prestação de primeiros socorros?		X		A instituição em si é equipada para o caso de prestação de primeiros socorros, porém, no laboratório há apenas uma maleta com medicamentos para dores superficiais
8	8.3	A edificação do laboratório atende aos requisitos exigidos sobre a circulação no ambiente de trabalho?			X	

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

(continua)

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
9	9.1.1	A empresa possui um PPRA devidamente elaborado e implementado?			X	
	9.2.1	O PPRA contém a estrutura mínima exigida?			X	
	9.2.1.1	O PPRA é reavaliado pelo menos uma vez ao ano?			X	
	9.3.1	O PPRA inclui todas as etapas exigidas pela norma?			X	
	9.5	Os trabalhadores são informados de maneira apropriada e suficiente sobre os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho e sobre os meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e para proteger-se dos mesmos?			X	
10	10.2.3	Existe esquemas uni filares atualizados das instalações elétricas do ambiente de trabalho com as especificações de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção?			X	
	10.9.4	No local de trabalho há dispositivos de proteção, como alarme e seccionamento automático para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação?	X			
	10.10.1 a)	Os circuitos elétricos estão devidamente sinalizados?		X		Alguns circuitos elétrico mais utilizados e mais importantes estão sinalizados.
	10.10.1 g)	A identificação de equipamentos está devidamente sinalizada devido à eletricidade?		X		Alguns equipamentos encontram-se identificados, outros não.
11	11.3.2	O armazenamento de material está disposto de forma a evitar a obstrução de portas, equipamentos contra incêndio, saídas de emergência?			X	
13	13.6.1.1	Os vasos de pressão existentes no local de trabalho se enquadram no campo de aplicação da NR 13?	X			
	13.6.2	Os vasos são equipados de válvula ou outro dispositivo de segurança como válvula de alívio de pressão, dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula e instrumento que indique a pressão de operação?	X			

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

(continua)

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
13	13.6.3	Todos os vasos de pressão existentes no local de trabalho possuem afixado em seu corpo, placa de identificação com nome do fabricante, número de identificação, ano de fabricação, pressão máxima de trabalho admissível, pressão de teste hidrostático de fabricação, código de projeto e ano de edição?			X	
	13.6.3.1	Além da placa de identificação, os vasos de pressão também possuem em local visível a categoria do vaso?			X	
	13.6.4	Todo vaso de pressão possui a documentação: Prontuário do Vaso de Pressão, Registro de Segurança, Projeto de Instalação, Projeto de Alteração ou Reparo e Relatórios de inspeção?			X	
	13.7.1	Todos os vasos de pressão estão instalados de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura sejam facilmente acessíveis?			X	
	13.7.2	A instalação dos vasos de pressão atendem aos requisitos dispostos na norma?			X	
	13.8.8	Todo profissional treinado para operar uma unidade de processo cumpriu estágio prático e supervisionado na operação de vasos de pressão com duração mínima exigida pela norma?			X	
	13.10.1	Os vasos de pressão são submetidos a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária?			X	
17	17.1.2	O empregador avaliou as condições de trabalho através de uma análise ergonômica do trabalho?			X	
	17.3.2	O local de trabalho, independentemente da tarefa ser executada sentada ou em pé, oferece ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação requisitados pela norma?			X	
	17.3.3	Os assentos utilizados nos postos de trabalho atendem aos requisitos mínimos de conforto descritos na norma?			X	
	17.3.5	Para atividades em que os trabalhadores realizam em pé, são dispostos assentos para descanso?	X			
	17.5.2	O local de trabalho atende às condições de conforto recomendadas pela norma?			X	

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

(continua)

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
17	17.5.3	Todos os locais de trabalho possuem iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade?			X	
	17.6.1	A organização do trabalho está adequada às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado?			X	
23	23.1	O empregador possui medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis?			X	
	23.1.1	O empregador informa aos trabalhadores sobre a utilização dos equipamentos de combate ao incêndio, sobre os procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança e sobre os dispositivos de alarme existentes?			X	
	23.2	O local de trabalho dispõe de saídas que proporcionem uma evacuação rápida e segura dos que se encontram no local, em caso de emergência?			X	
	23.3	As aberturas, saídas e vias de passagem são claramente sinalizadas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída?			X	
	23.4	A saída de emergência obedece o estabelecido pela norma que as mesmas não devem ser fechadas à chave ou presa durante a jornada de trabalho?			X	
25	25.2	A empresa busca a redução da geração de resíduos por meio da adoção das melhores práticas tecnológicas e organizacionais disponíveis?	X			
26	26.1.1	A empresa adota cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes?			X	
	26.1.2	As cores adotadas nos locais de trabalho para identificar os equipamentos de segurança, delimitar áreas, identificar tubulações empregadas para a condução de líquidos e gases e advertir contra riscos atendem ao disposto nas normas técnicas oficiais?			X	

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

(continua)

NR	Item	Requisito	Atende	Atende Parcialmente	Não Atende	Comentários
26	26.2.1	Os produtos químicos utilizados no local de trabalho são classificados quanto aos perigos para a segurança e a saúde dos trabalhadores de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), da Organização das Nações Unidas?			X	
	26.2.2	A rotulagem preventiva do produto químico classificado como perigoso a segurança e saúde dos trabalhadores utiliza os procedimentos definidos pelo GHS?			X	
	26.2.2.4	O produto químico não classificado como perigoso a segurança e saúde dos trabalhadores conforme GHS dispõe de rotulagem preventiva simplificada que contenha, no mínimo, a indicação do nome, a informação de que se trata de produto não classificado como perigoso e recomendações de precaução?			X	
	26.2.3.4	O empregador assegura o acesso dos trabalhadores às fichas com dados de segurança dos produtos químicos que utilizam no local de trabalho?			X	
	26.2.4 a)	Os trabalhadores recebem treinamento para compreender a rotulagem preventiva e a ficha com dados de segurança do produto químico?			X	
	26.2.4 b)	Os trabalhadores recebem treinamento sobre os perigos, riscos, medidas preventivas para o uso seguro e procedimentos para atuação em situações de emergência com produto químico?			X	

Quadro 7 - Lista de Verificação das Normas Regulamentadoras Pertinentes ao Laboratório de Pesquisa.

Infelizmente apenas 6 itens foram considerados em conformidade, ou seja, 10,17% dos requisitos das NRs pertinentes ao local de estudo estão em conformidade. Dois dos itens que atenderam ao exigido foram os relacionados à vasos de pressão.

Os vasos de pressão existentes se enquadram no campo de aplicação da NR 13, pois há cilindros de ar sintético/ar comprimido, nitrogênio e hélio. Conforme Anexo IV da NR 13, a classe do ar comprimido é C, e do nitrogênio e hélio é D. Com relação ao grupo de potencial de risco, o ar comprimido, nitrogênio e hélio são pertencentes ao grupo 1. Assim, o ar comprimido é pertencente a categoria I, o nitrogênio e hélio são pertencentes a categoria II. Já a autoclave (vapor de água) se

encaixa na classe de fluido C e grupo de risco 3, resultando na categoria de vaso de pressão III.

O laboratório também atende ao item 13.6.2 que dispõe sobre a necessidade dos vasos de pressão serem equipados com válvula de segurança ou outro dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula de saída e instrumento que indique a pressão de operação. Tal conformidade pode ser visualizada na Figura 8.

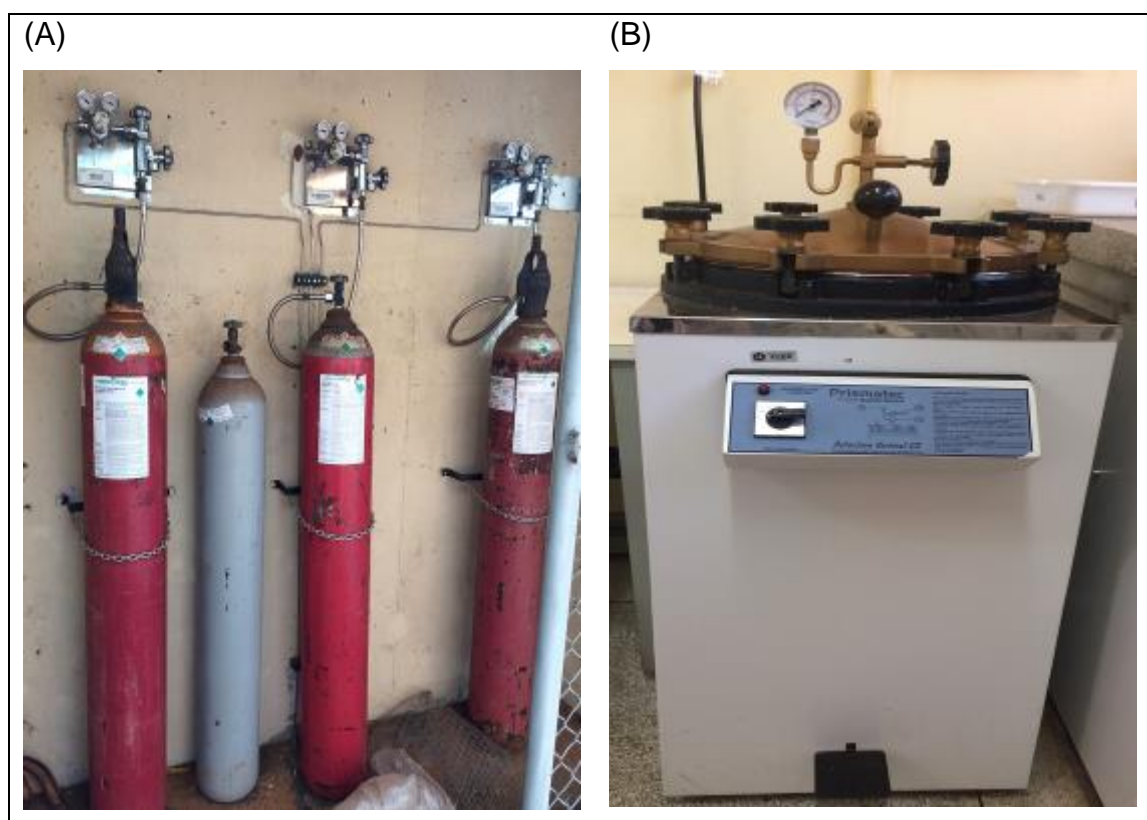


Figura 8 –Vasos de Pressão. (A) Cilindros de Hélio, Nitrogênio e Ar sintético comprimido. (B) Autoclave.

Fonte: Autoria própria.

Embora as condições de postura em pé sejam defasadas, pois as bancadas não possuem uma altura adequada para trabalhar em pé, existem assentos dispostos para descanso, que são banquetas mais altas para que o trabalhador possa descansar. Tal disposição de assento atente ao requisito imposto pela NR 17 - Ergonomia, mais especificamente em seu item 17.3.5.

O laboratório está em conformidade com o item 25.2 da NR 25 pois o mesmo tem uma política muito forte de reaproveitamento e redução de geração de resíduos. Tem uma consciência muito grande da importância da adoção de

melhores práticas organizacionais e da implantação de ações para a geração reduzida de resíduos, sempre aproveitando o que a tecnologia pode oferecer.

5.8 APR

A análise preliminar de risco permitiu a percepção de que muitas práticas corriqueiras não recebem sua devida importância. Foram analisados 33 itens dentre as 21 atividades desenvolvidas no laboratório. Dentre elas 9 classificam-se em risco crítico, 6 em risco sério, 6 em risco moderado, 3 em risco menor e 9 em risco desprezível, como pode ser visualizado no Quadro 8.

Os riscos críticos envolvem os riscos químicos, de acidente e ergonômicos. Assim, esses tipos de riscos devem ser salientados como os que requerem mais atenção e que precisam de medidas preventivas. No caso das medidas preventivas que envolvam a utilização de EPIs, tais equipamentos de proteção a serem fornecidos ao trabalhador devem ser devidamente certificados

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Amostragem	Coleta de amostra	1	Risco de Acidente - Queda	Desnível do chão, terreno íngreme e/ou escorregadio e ausência de proteção	Fraturas e lesões	Construção de cercas no entorno do local de coleta de acordo com a norma.	C	III	3	Moderado
		2	Risco Biológico	Contato direto com a água, efluente ou resíduo sólido contendo bactérias, protozoários e vírus	Doenças infecciosas (cólera, diarreia infecciosa, giardíase, hepatite A, ascaridíase ou lombriga, etc)	Utilização de EPIs, como jaleco, luvas, óculos de proteção, botas e máscara.	C	IV	4	Sério
Preparação de amostras	Produção de água ultra pura	3	Risco Físico - Ruído	Equipamento de Osmose Reversa	cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição a longo prazo, aumento da pressão arterial	Instalação adequada do equipamento de maneira que o equipamento tenha um suporte, evitando assim a oscilação do equipamento, o que gera o ruído	E	II	4	Sério
	Esterilização de Materiais	4	Risco de Acidente	Utilização incorreta da autoclave	Explosão, queimaduras, ferimentos superficiais e profundos	Treinamento dos funcionários que manipulem a autoclave	B	IV	3	Moderado
	Preparação dos padrões para análises cromatográficas	5	Risco Químico	Contaminação pelos microcontaminantes em manipulação (agrotóxicos, fármacos e hormônios)	tonturas, náuseas, dores de cabeça, irritações na pele, nariz, garganta e olhos, problemas hormonais e neurológicos, desenvolvimento de câncer, entre outros	Utilização de EPIs que garantam a proteção do trabalhador com relação à esses microcontaminantes	C	III	3	Moderado

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Preparação de amostras	Pesagem de sílica para preparo de cartucho de extração	6	Risco Químico	Poeiras minerais - sílica	Silicose	Utilização de máscara com filtro próprio para esse tipo de composto, óculos de segurança, luvas nitrílicas	E	IV	5	Crítico
	Secagem de amostra	7	Risco Físico	Alta pressão proporcionada pela bomba utilizada no equipamento rotavapor	Explosão de vidrarias (resultantes de uma pressão alta no frasco ou no condensador)	Qualificação e treinamento do operador	C	II	2	Menor
		8	Risco Físico - Calor	Superfície quente do banho de aquecimento utilizado no rotavapor	Queimadura	Utilização de EPIs, como jaleco e luvas adequadas	B	II	1	Desprezível
		9	Risco Químico - vapores	Durante a destilação podem ser originados vapores nocivos (provenientes dos solventes evaporados) que eventualmente, por vazamento, podem ser liberados no ar	Irritações nos olhos, nariz e garganta, tontura, dor de cabeça, dificuldade respiratória ou perda de consciência, efeitos no sistema nervoso central, podem ocasionar também lesões em diferentes órgãos e a longo prazo enfermidades como leucemias e câncer	O rotavapor deve ser instalado de forma que os vapores devam ser imediatamente aspirados por uma instalação de exaustão adequada	C	II	2	Menor

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Preparação de amostras	Ressuspensão de amostra	10	Risco Físico - Ruído	Banho ultrassônico	Cansaço, irritação, dores de cabeça, diminuição da audição, aumento da pressão arterial, taquicardia e perigo de infarto	Utilização de protetores auriculares	E	II	4	Sério
		11	Risco Químico	Manipulação de metanol ou acetonitrila para ressuspensão das amostras	Irritações nos olhos, pele, garganta. Venenoso, se ingerido.	Utilização de EPIs, como luvas nitrílicas, máscara, óculos de proteção, jaleco.	D	II	3	Moderado
Análises mais usuais	Potencial de Formação de Subprodutos	12	Risco Químico	Utilização de Éter metil-terc-butílico - MTBE (aditivo nocivo)	Pode causar depressão do sistema nervoso, dor de cabeça, fraqueza levando à perda da consciência, irritação à pele, pode ser nocivo se ingerido, pode ser fatal se ingerido e penetrar nas vias respiratórias, potencialmente carcinogênico, altamente inflamável	Manter o recipiente afastado do calor, faíscas, chama aberta, superfícies quentes, utilizar EPIs para proteção dos olhos (óculos contra respingos), pele (luvas de proteção de PVC ou de borracha nitrílica) e nariz (respirador/suprimento de ar contra vapor orgânico)	D	IV	5	Crítico
		13	Risco de Acidente	Falta de manutenção dos cilindros de gás para a utilização do cromatógrafo gasoso	Pode causar explosão e lesões graves (queimaduras, fraturas, entre outros)	Realizar manutenções frequentes dos cilindros sempre verificando sua integridade através das condições das válvulas ou outros dispositivos de segurança contra o bloqueio da válvula e dos indicadores de pressão de operação	B	IV	3	Moderado

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco		
Análises mais usuais	Dureza	14	Risco Químico	Hidróxido de amônio	Pode causar irritação no nariz, garganta e olhos. Se inalado, causará náusea, vômito, dificuldade respiratória ou perda de consciência	Utilização de luvas, botas e roupas de borracha butílica ou nitrílica e máscara de respiração autônoma	E	III	5	Crítico	
	Série de Sólidos	15	Risco Físico - Calor	Estufa, Forno/Mufla	Queimadura	Utilização de EPI adequado para altas temperaturas	E	III	5	Crítico	
	Fósforo		16	Risco Químico	Molibdato de Amônio	Irritação na pele e olhos e prejudicial se ingerido.	Utilizar luvas, botas e roupas de proteção, máscara contra pó e óculos de acrílico com proteção lateral.	A	I	1	Desprezível
			17	Risco Químico	Tartarato de potássio e antimônio	Queimadura na pele e queimação nos olhos. Se ingerido, causará náusea, tontura e perda da consciência.	Usar roupa de encapsulamento de borracha butílica ou nitrílica e máscara de respiração autônoma.	A	I	1	Desprezível
			18	Risco Químico	Ácido ascórbico	Irritação na pele, olhos e vias respiratórias em exposição prolongada. Se ingerido, irritação ao trato gástrico.	Manipulação do produto em local adequado, utilizando roupa protetora impermeável e resistente a ácidos, luvas e óculos de proteção tipo ampla visão e máscara.	A	I	1	Desprezível
		19	Risco Químico	Persulfato de potássio	Irritação ocular, cutânea. Quando inalado, pode provocar alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias.	Utilização de EPIs de proteção respiratória, das mãos, olhos, corpo e da pele.	A	I	1	Desprezível	

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Análises mais usuais	Demanda Química de Oxigênio - DQO	20	Risco Químico	Sulfato de mercúrio	Pode provocar dano aos órgãos (rim) por exposição repetida ou prolongada, fatal se ingerido, em contato com a pele ou se inalado, a inalação do pó danifica as mucosas dos tractos gastrointestinais e respiratório	Assegurar ventilação adequada, sempre trabalhar com o produto na capela onde o sistema de exaustão é seguro, utilização de EPIs, evitando o contato com a substância, armazenamento conforme o recomendado (local seco, ao abrigo da luz, guardar em local bem arejado, manter hermeticamente fechado e/ou em uma área acessível somente para pessoas qualificadas e autorizadas	C	IV	4	Sério
		21	Risco Químico	Dicromato de potássio	Irritação nos olhos, nariz e garganta, se inalado causa dificuldade respiratória, queimaduras, se ingerido causará náusea, vômito ou perda de consciência	Utilizar luvas, botas e roupas de borracha, máscara e óculos de acrílico com proteção lateral	C	III	3	Moderado
		22	Risco Químico	Sulfato de prata	Irritação na pele, olhos, nariz e garganta, se inalado causa tosse ou dificuldade respiratória	Utilizar luvas de PVC cano médio, óculos de acrílico com proteção lateral e máscara semi-facial com filtro contra aerodispersóides	B	I	1	Desprezível

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Análises mais usuais	DBO	23	Risco Químico	Cloreto férrico	Irritação nos olhos, nariz, garganta e pele. Contato prolongado pode provocar descoloração na conjuntiva. Se ingerido, causa irritação na boca e estômago, além de possíveis dores abdominais, vômito, diarreia, pulsação rápida e fraca e baixa pressão sanguínea.	O ambiente de manuseio deve ser bem ventilado e sempre utilizar EPIs (respirador com filtro para gases ácidos e vapores orgânicos, luvas, óculos de segurança de visão ampla, protetor facial – quando houver perigo de respigo -, proteção para a pele e corpo)	A	II	1	Desprezível
	Alcalinidade, Nitrogênio total e Nitrogênio amoniacal	24	Risco Químico	Preparação do Ácido sulfúrico (0,02N)	Queimadura, irritação no nariz, garganta e olhos, tosse, dificuldade respiratória, perda da consciência	Preparar a solução apenas em capelas com sistema de exaustão funcionando. Sempre utilizar EPIs como jaleco, luvas, óculos de proteção, máscara e sapato fechado	B	III	2	Menor
	Nitrogênio total	25	Risco Químico	Sulfato de Cobre	Se ingerido causará náusea, vômito ou perda da consciência	Utilizar EPIs (luvas, botas, roupas de proteção, máscara contra pó e óculos de acrílico com proteção lateral	A	I	1	Desprezível
	Nitrogênio Amoniacal	26	Risco Químico	Preparação do Hidróxido de sódio (2N)	Queimará a pele e os olhos	Utilização de EPIs, como luvas, botas e roupas de borracha butílica, máscara facial panorama com filtro	A	II	1	Desprezível

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Análises mais usuais	Nitrato	27	Risco Químico	Utilização de ácido sulfúrico concentrado	Queimadura, irritação no nariz, garganta e olhos, tosse, dificuldade respiratória, perda da consciência	Manipular o produto químico apenas em capelas com sistema de exaustão funcionando. Sempre utilizar EPIs como jaleco, luvas, óculos de proteção, máscara e sapato fechado	D	IV	5	Crítico
Manutenção de Cepas	Repique de Cianobactérias	28	Risco Biológico	Cianotoxinas liberadas pelas cianobactérias	Irritação na pele e alergias, podem agir nas células do fígado, e em casos extremos de intoxicação podem ocasionar hemorragia intra-hepática	Utilização de EPIs como luvas, óculos de proteção e jaleco para evitar qualquer tipo de contato com essas toxinas	C	IV	4	Sério
Limpeza	Lavagem de vidraria	29	Risco de Acidente	Vidraria quebrada	Cortes superficiais ou profundos	Utilização de luvas como EPI	E	II	4	Sério
Locomoção/ Movimentação	Deslocamento no laboratório	30	Risco de Acidente	Arranjo físico inadequado	Lesões no corpo, quedas, dificuldade de evacuação em caso de incêndio e dificuldade de movimentação das pessoas	Adequação do arranjo físico, sinalização de segurança	E	IV	5	crítico
		31	Risco de Acidente	Armazenamento inadequado de produtos químicos	Vazamento de produtos químicos, incêndios, explosões	Armazenamento adequado de produtos químicos conforme sua necessidade e característica	D	IV	5	Crítico

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

(continua)

Processo	Atividade	Item	Tipo de Risco	Causa/Agente	Consequência	Medidas Preventivas	Probabilidade	Severidade	Classificação do Risco	
Escrita	Levantamento bibliográfico, leitura de artigos e desenvolvimento da escrita da dissertação/tese	32	Risco ergonômico	Cadeiras e mesas inadequadas, o que implicam em posturas inadequadas	Dores musculares, problemas na coluna	Aquisição de cadeiras ergonômicas	E	III	5	Crítico
		33	Risco ergonômico	Administração da produtividade e repetitividade	LER/DORT, doenças do aparelho digestivo (gastrite e úlcera), doenças nervosas, ansiedade, tensão	Estabelecimento de metas tangíveis e pausas ou revezamento de atividades	D	IV	5	Crítico

Quadro 8 - Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de Pesquisa.

Atividades que envolvem produtos químicos em laboratório se tornam corriqueiras e triviais resultando em execuções e procedimentos automatizados e desatentos. Fato potencial para ocorrência de acidentes com a manipulação de produtos químicos. A falta de treinamento e conhecimento dos produtos químicos pode levar a acidentes graves, por isso as atividades laboratoriais de pesquisa devem ser realizadas com muita atenção, cautela e conhecimento técnico.

O risco ergonômico que muitas vezes não recebe sua devida relevância foi considerado um risco crítico, uma vez que a probabilidade de ocorrência e severidade são muito elevados. A postura, forma de sentar, movimentos repetitivos, necessitam de maior atenção dos responsáveis pelo laboratório para evitar problemas laborais. Pela APR foi possível verificar a real importância de manter a postura corporal equilibrada durante a execução da atividade.

A disposição física do laboratório aparentemente não possui relação com os riscos aos quais o trabalhador é exposto, entretanto, isso é uma inverdade. A maneira na qual os móveis, bancadas e equipamentos são dispostos no ambiente impactam no risco do trabalhador a sofrer acidente de trabalho. Um exemplo a ser descrito no estudo é a existência de uma porta que aberta propicia um pequeno espaço de passagem, pois existe uma bancada atrapalhando o fluxo de movimentação. Assim, quando alguém entra no laboratório corre o risco da porta atingir uma pessoa que esteja passando no momento. Além deste fato, deve-se destacar que um arranjo físico mal planejado proporciona o aumento do risco de queda.

5.9 MAPA DE RISCO

A distribuição dos riscos apresentados ao longo do trabalho é esquematizada na Figura 9. Pode-se perceber um alerta acerca dos riscos químicos, que se apresentam em maior amplitude. Já o risco ergonômico, embora tenha uma amplitude menor, se encontra mais frequente na área do mapa de risco. E o risco de acidente também é bastante evidenciado na área em estudo.

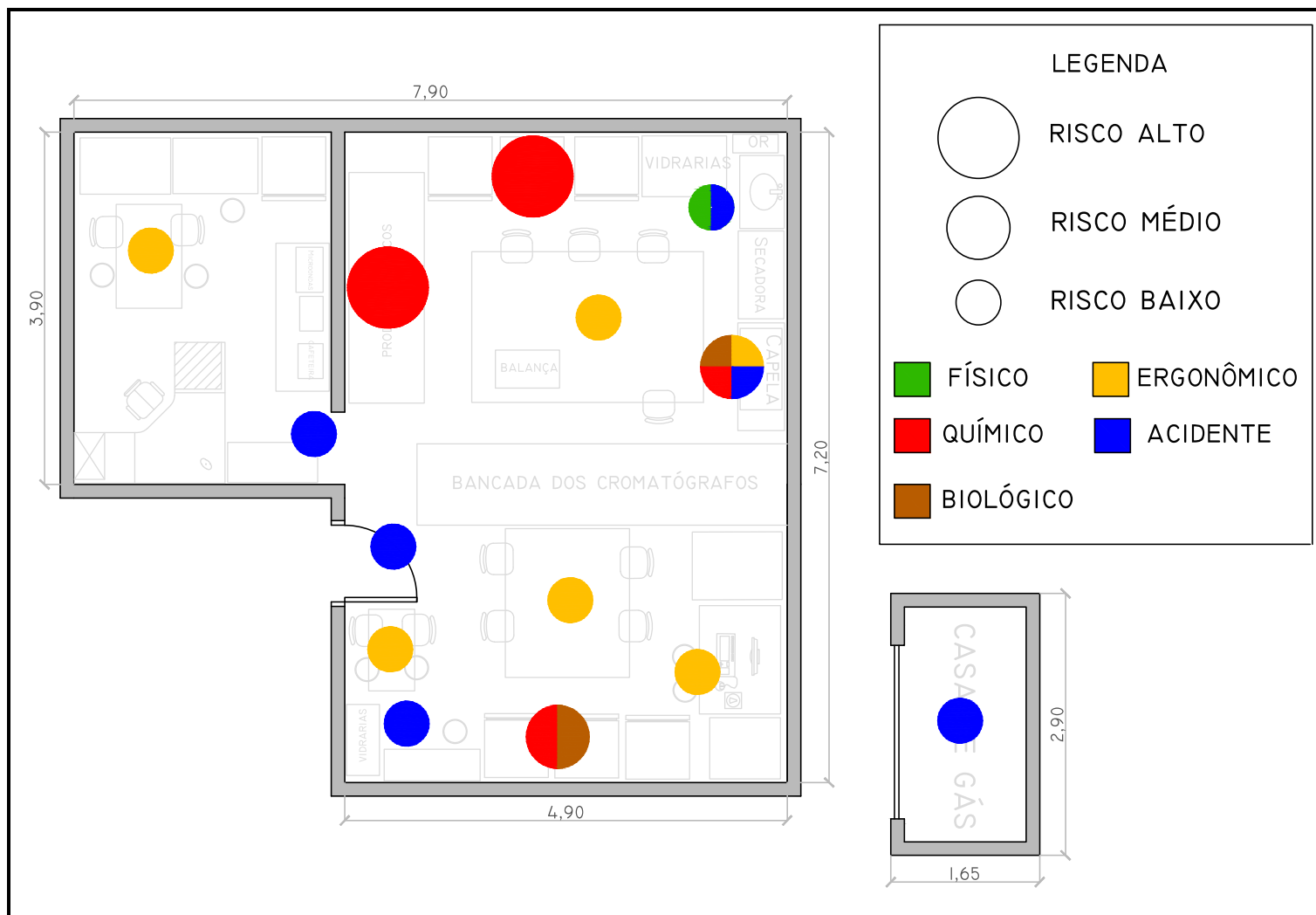


Figura 9 - Mapa de Risco do Laboratório.
Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

Todo ambiente de trabalho possui algum tipo de risco, seja ele mais ou menos susceptível de ocorrer. Para o laboratório em estudo foi verificado a presença dos cinco riscos: físico, químico, biológico, ergonômico e de acidente. Para o risco físico, mais especificamente o ruído, percebeu-se que o trabalhador fica exposto a um nível médio representativo de 76 dB(A) durante sua jornada de trabalho, ficando muito além do considerado aceitável para efeito de conforto acústico de um local que exige solicitação intelectual e atenção constante, ou seja, de 40 a 50 dB(A).

No que tange ao risco químico, o perigo foi evidenciado, uma vez que os produtos químicos não são armazenados corretamente, conforme as suas propriedades/características, não possuem protocolos específicos de manuseio, e algumas das substâncias manuseadas no laboratório se enquadram como agentes químicos conforme a NR 15. Para o risco biológico verificou-se apenas o risco durante coleta de amostras e manutenção de cepas de cianobactérias.

Com relação ao risco ergonômico, foi levantado que o local em estudo não atinge a iluminância ideal de 500 lux, atingindo uma porcentagem de apenas 50% e 65% do ideal para as salas 1 e 2 respectivamente. Além disso, conforme relatos dos trabalhadores, a mobília provoca desconfortos na postura sentada. O layout também foi identificado como um potencial risco de acidente. Os corredores são muito estreitos, dificultando a locomoção, podendo causar acidentes. O risco de acidente também abrange o fato do laboratório não possuir sinalizações informativas.

A conformidade com as normativas acerca da segurança do trabalhador não foi uma verdade, muito pelo contrário, apenas poucos itens (10%) atendem às legislações aplicáveis para o local de estudo. Através da APR e do mapa de risco, constatou-se que os riscos mais críticos, que requerem mais atenção e medidas preventivas, são os químicos, ergonômicos e de acidente.

Assim, pode-se dizer que as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores envolvem a manipulação de substâncias químicas (tóxicas e não tóxicas) e material biológico, operação de diversos equipamentos, geração de efluentes, entre outras. Portanto, é fundamental verificar e mitigar os riscos aos quais o trabalhador está exposto, que pode vir a causar doenças ocupacionais a curto ou longo prazo.

Por fim, durante a execução do presente trabalho verificou-se a dificuldade da obtenção de dados quantitativos com relação à exposição dos trabalhadores aos

compostos químicos. Dessa forma, propõe-se para trabalhos futuros a execução de uma metodologia que facilite essa quantificação.

REFERÊNCIAS

ANIDROL. **Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – Sulfato de Mercúrio**. Diadema, SP, 2015. Disponível em:

<<http://www.anidrol.com.br/fispq/SULFATO%20DE%20MERCURIO%20-%20COD%20%20A-1972.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382: Verificação de iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, p. 4. 1985.

_____. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, p. 13. 1992.

_____. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, p. 4. 1987.

BRASIL. NR 1 – Disposições Gerais. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

_____. NR 3 – Embargo ou Interdição. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em:

<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR3.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

_____. NR 9 – Programa de Prevenção de riscos Ambientais - PPRA. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em:

<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

_____. NR 15 – Atividades e operações insalubres. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em:

<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

_____. NR 17 – Ergonomia. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em:

<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

_____. Portaria n. 25, de 29 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 dez, 1994. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Portaria+n.+25+SSST+MTb+29+dezembro+1994+Aprova+a+NR+9+sobre+o+Programa+de+Prevencao+e+riscos+ambientais_000gvpl14yq02wx7ha0g934vgrnn5ero.PDF>. Acesso em: 3 jun. 2018.

BRADBURY, Judith A. The Policy Implications of Differing Concepts of Risk. **Science, Technology & Human Values**, v.14, n.4, 1989. p.380-389.

BRASKEM. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – MTBE**. Brasil, 2017.

BREVIGLIERO, E. **Higiene ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos**. 6. ed. São Paulo: Ed. SENAC, São Paulo, 2011.

CAMISASSA, M. Q. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas**. 4. ed. São Paulo: Método, 2017

CARVALHO, P. R. **Boas Práticas Químicas em Biossegurança**. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

CARVALHO, C.M.R.S. et al. **Aspectos de biossegurança relacionados ao uso do Jaleco Pelos profissionais de saúde: uma revisão da literatura**. Revista Texto & Contexto Enfermagem, Florianópolis, Abr-Jun; 18(2): 355-60, 2009.

CETESB. **Norma Técnica P4.261. Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos**. São Paulo, 2003.

_____. **Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos**. Volume 1. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Setor de Transferência de Conhecimento Ambiental. São Paulo: CETESB, 2008.

_____. **Ficha de Informação de Produto Químico – Cloreto férrico**. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=CLORETO%20F%C9RRICO&cod=CLORETO%20F%C9RRICO>. Acesso em: 01 ago. 2018.

_____. **Ficha de Informação de Produto Químico – Cloreto férrico**. Disponível em: <http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=C

LORETO%20F%C9RRICO&cod=CLORETO%20F%C9RRICO>. Acesso em: 01 ago. 2018.

_____. **Ficha de Informação de Produto Químico – Ácido sulfúrico**. Disponível em:<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=%C1CIDO%20SULF%DARICO&cod=%C1CIDO%20SULF%DARICO>. Acesso em: 25 ago. 2018.

_____. **Ficha de Informação de Produto Químico – Ácido clorídrico**. Disponível em:<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=%C1CIDO%20CLOR%CDDRICO&cod=%C1CIDO%20CLOR%CDDRICO>. Acesso em: 25 ago. 2018.

CIENFUEGOS, F. **Segurança no laboratório**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

COCHARERO, R. **Ferramentas para Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho no Canteiro de Obras**. 2007. 108 f. Monografia (Especialização) – MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

COSTALONGA, A. G. C.; FINAZZI, G. A.; GONÇALVES, M. A. **Normas de Armazenamento de Produtos Químicos**. 2010. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Higiene e Segurança. Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

ERICKSON, Paul. **Practical Guide to Occupational Health and Safety**. Academic Press, 1996. 282 p.

FUNDACENTRO. NHO 01 – Procedimento técnico: Avaliação ocupacional ao ruído. 2001. 40 p.

GOMES, D. R. P. **Pesquisa de Cianobactérias, Cianotoxinas e Bactérias Patogênicas em Suplementos Alimentares (Clorela e Spirulina)**. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Legal) – Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto, Portugal, 2013.

HAANDE, S. **On the Ecology, Toxicology, and Phylogeny of Cyanobacteria in Murchison Bay of Lake Vistoria, Uganda**. 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Scientiarum) – Departamento da Faculdade de Biologia em Matemática e Ciências Naturais, Universidade de Bergen, Bergen, Noruega, 2008.

HIRATA, M. H. **Manual de biossegurança**. São Paulo: Manole, 2002.

LOEWE, K. e KARIUKI, S. G. Integrating human factors into process hazard analysis. **Reliability Engineering and System Safety**, Technische Universität Berlin, Institute of Process and Plant Technology. Berlin, Germany, n. 92, p. 1764-1773, 2007.

MERCK. **Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – Sulfato de Prata**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <<https://www.icb.ufmg.br/institucional/administracao-central/gerencias/residuos/fispq-fichas-de-informacoes-de-seguranca-de-produtos-quimicos/345-sulfato-de-prata/file>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

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

OLIVEIRA, E. S. D.; RIBEIRO, M. C. P. **Acidentes gerados em laboratórios de pesquisa**. 2003. 40 p. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Farmácia, Universidade da Região de Joinville.

OPS (Organização Pan-americana da Saúde). Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos. Ministério da Saúde, secretaria de Vigilância Sanitária, Brasília: Organização Pan-americana da Saúde/OMS, 1996.

PERES, F.; MOREIRA, J.C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

PONZETTO, G. **Mapa de riscos ambientais: manual prático**. São Paulo: LTr, 2002.

REBELO, Paulo Antonio de Paiva. **Avaliação da Exposição Ocupacional, em laboratórios, de múltiplos agentes químicos, por longo período e em baixas concentrações**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2007. 218p.

SELLA, B. C. **Comparativo entre as técnicas de análise de riscos APR e HAZOP**. 2014. 50 f. Monografia (Especialização) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

APÊNDICE A - Níveis de Pressão Sonora – NPS, seus respectivos números de observações e cálculo do Nível Médio de Pressão Sonora.

Nº de observações	dB
2	57,0
2	58,0
10	59,0
22	59,5
323	60,0
46	60,5
183	61,0
31	61,5
138	62,0
9	62,5
45	63,0
2	63,5
35	64,0
6	64,5
17	65,0
6	65,5
17	66,0
1	66,5
12	67,0
1	67,5
6	68,0
1	68,5
3	69,0
4	70,0
4	71,0
1	71,5
5	72,0
8	73,0
1	74,0
1	74,5
1	75,0
6	76,0
1	76,5
2	77,0
1	80,0
1	80,5
1	83,0
1	84,0
1	86,0
1	87,0
1	101,0
1	104,0

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(n_1 \times 10^{0,1NPS_1} + n_2 \times 10^{0,1NPS_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NPS_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NPS_n} \right) \right]$$

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{960} \left(1 \times 10^{0,1 \times 80,5} + 1 \times 10^{0,1 \times 83} + 1 \times 10^{0,1 \times 84} + 1 \times 10^{0,1 \times 86} + 1 \times 10^{0,1 \times 87} + 1 \times 10^{0,1 \times 101} + 1 \times 10^{0,1 \times 104} \right) \right]$$

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{960} \left(3,917 \times 10^{10} \right) \right]$$

$$NM = 76dB(A)$$

APÊNDICE B - Inventário de Produtos Químicos do Laboratório de Pesquisa em Saneamento.

Nº	Produto Químico
1	Acetato de amônio
2	Acetato de sódio
3	Acetona
4	Acetonitrila
5	Ácido acético
6	Ácido ascórbico
7	Ácido bórico
8	Ácido butírico
9	Ácido cítrico
10	Ácido clorídrico
11	Ácido fórmico
12	Ácido fosfórico
13	Ácido nítrico
14	Ácido propionico
15	Ácido salicílico
16	Ácido sulfúrico
17	Água sanitária
18	Alaranjado de metila
19	Álcool etílico
20	Azida sódica
21	Azul de bromotimol
22	Azul de metileno
23	Barrilha
24	Bicarbonato de sódio
25	Biftalato de potássio
26	Bissulfeto de sódio
27	Brometo de potássio
28	Brometo de sódio
29	Cal sodado
30	Carbonato de amônio
31	Carbonato de magnésio
32	Carbonato de sódio
33	Celulose
34	Cloreto de alumínio
35	Cloreto de amônio
36	Cloreto de cálcio
37	Cloreto de cobalto
38	Cloreto de cobre II
39	Cloreto de estrôncio
40	Cloreto férrico
41	Cloreto de lítio
42	Cloreto de magnésio
43	Cloreto de manganês (tetrahidratado)
44	Cloreto de níquel
45	Cloreto de potássio
46	Cloreto de rubídio

Nº	Produto Químico
47	Cloreto de sódio
48	Cloreto de Sr
49	Cloreto de zinco puro
50	Cloridrato de hidroxilamina
51	Cloridrato de tiamina
52	Cloroplatinato de potássio
53	Composto DPD para analisador de cloro livre e total
54	Cromato de potássio
55	Diclorometano
56	Dicromato de potássio
57	Dimetilsulfóxido
58	Dióxido de titânio
59	EDTA (sal dissódico)
60	Eter metílico de terc-butilo
61	Extrato de carne
62	Fenantrolina
63	Fenolftaleína
64	Formaldeído
65	Fosfato de potássio bibásico anidro
66	Fosfato de sódio bibásico
67	Fosfato monobásico de potássio
68	Glicose
69	Graxa de silicone
70	Hexametáfosfato de sódio
71	Hidróxido de Amônia
72	Hidróxido de sódio
73	Hipoclorito de cálcio
74	Inibidor de nitrificação
75	Iodeto de potássio
76	Iodeto de sódio
77	Metanol grau HPLC
78	Metanol grau UPLC
79	Metavanadato de amônio
80	Molibdato de amônio
81	Molibdato de sódio
82	MTBE
83	N-naftietilenodiamina
84	Nitrato de prata
85	Nitrato de sódio
86	Nitrito de sódio
87	ODS – Octadecil-sílica (C18)
88	Óleo bomba vácuo
89	Óxido de zinco
90	Perclorato de magnésio anidro
91	Permanganato de potássio
92	Peróxido de hidrogênio
93	Persulfato de potássio

Nº	Produto Químico
94	Preto de ericromo
95	Reagente de cloro
96	Sacarose
97	Selenito de sódio
98	Sílica gel azul
99	Silicato de sódio puro
100	Soda cáustica (escamas)
101	Solução de pepsina
102	Solução de tiouréia
103	Sulfanilamida
104	Sulfato de cálcio
105	Sulfato de cálcio anidro
106	Sulfato de cobalto
107	Sulfato de cobre II
108	Sulfato de magnésio
109	Sulfato de manganês
110	Sulfato de mercúrio
111	Sulfato de potássio
112	Sulfato de prata
113	Sulfato de sódio
114	Sulfato ferroso
115	Sulfato ferroso amoniacal
116	Sulfito de sódio
117	Tartarato antimônio e potássio
118	Tetraborato de sódio
119	Tiosulfato de sódio
120	Vaselina sólida
121	Verde de bromocresol
122	Vermelho de metila

APÊNDICE C - Cálculos de iluminância do Laboratório de Pesquisa em Saneamento.

Para a sala 1, os cálculos dos valores médios de P, T, Q e R são mostrados abaixo.

$$P = \frac{(173 + 206)}{2} = 189,5lux$$

$$T = \frac{(370 + 207 + 219 + 139)}{4} = 233,8lux$$

$$Q = \frac{(249 + 263 + 414 + 230)}{4} = 289lux$$

$$R = \frac{(300 + 296 + 233 + 360 + 252 + 321 + 187 + 302)}{8} = 281,4lux$$

Considerando que a sala representa um campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular e possui três filas contendo duas luminárias cada, a iluminância média foi calculada da seguinte forma:

$$IM = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

$$IM = \frac{[281,4(2-1)(3-1)] + 289(2-1) + 233,75(3-1) + 189,5}{2 \times 3}$$

$$IM = 251,5lux$$

Para um campo de trabalho regular com teto luminoso, o cálculo dos valores médios de P, T, Q e R foram realizados da seguinte forma:

$$P = \frac{(190 + 220)}{2} = 205lux$$

$$T = \frac{(247 + 244)}{2} = 245,5lux$$

$$Q = \frac{(232 + 194)}{2} = 213lux$$

$$R = \frac{(368 + 369 + 338 + 383)}{4} = 364,5lux$$

Para obter a iluminância média, considerou-se as dimensões da sala como 3,90 metros de comprimento e 3 metros de largura.

$$IM = \frac{R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8) + 64P}{WL}$$

$$IM = \frac{364,5(3,9-8)(3-8) + 8 \times 213(3-8) + [8 \times 245,5(3-8)] + (64 \times 205)}{3,9 \times 3}$$

$$IM = 323,6lux$$