

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GIULIA MEZONI

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS DOS USUÁRIOS DOS
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO SUDOESTE DO
PARANÁ**

FRANCISCO BELTRÃO

2021

GIULIA MEZONI

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS DOS USUÁRIOS DOS
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO SUDOESTE DO
PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof^(a). Dr^(a). Ana Paula de Oliveira Schmitz

FRANCISCO BELTRÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GIULIA MEZONI

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS DOS USUÁRIOS DOS
LABORATÓRIOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO SUDOESTE DO
PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 10 de Dezembro de 2021

Ana Paula de Oliveira Schmitz
Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Doutora em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Bianca Martins Cappelletti
Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Natielen Somariva
Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho
Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

FRANCISCO BELTRÃO

2021

RESUMO

A exposição a agentes de risco é uma problemática em todos os ambientes e postos de trabalho, incluindo as atividades laborais em ambientes universitários, mesmo que com suas peculiaridades como a periodicidade e rotatividade. O objetivo desse estudo foi realizar o levantamento de riscos ocupacionais aos quais estão expostos os usuários dos laboratórios de uma universidade pública no sudoeste do Paraná. Os conceitos utilizados abordam legislações nacionais, normas brasileiras e internacionais. Para tanto, foram coletadas informações em sete laboratórios de ensino e pesquisa de diferentes áreas, analisando agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e de acidente, que os usuários pudessem estar expostos. A partir dos resultados obtidos, foi observado que nos ambientes avaliados há manuseio de substâncias químicas perigosas e outros agentes de risco como o ruído, que requerem atenção e procedimentos adequados para garantir a segurança dos usuários. Assim, verificou-se que as exposições aos agentes de risco podem ser controladas e salubres com a utilização adequada de EPIs e EPCs já contemplados nos ambientes laborais. O cenário mais prejudicial encontrado foi o risco de acidentes relativos a queimaduras, cortes, respingos e reações não desejadas. Diante desse panorama há a necessidade de melhoria na conscientização dos usuários, bem como treinamentos visando à realização das atividades laboratoriais de forma segura, para que seja minimizada a ocorrência de eventos por imperícia por parte dos usuários.

Palavras-chave: ocupacionais; riscos; laboratórios; segurança.

ABSTRACT

Exposure to risk agents is a problem in all environments and workplaces, including work activities in university environments, even with its peculiarities such as frequency and turnover. The goal of this study was to survey the occupational hazards to which users of the laboratories of a public university in southwestern Paraná are exposed. The concepts used cover national legislation, Brazilian and international standards. For this purpose, information was collected in seven teaching and research laboratories from different areas, analyzing chemical, physical, biological, ergonomic and accident agents that users could be exposed to. From the results obtained, it was observed that in the evaluated environments there is handling of hazardous chemical substances and other risk agents such as noise, which require attention and adequate procedures to ensure the safety of users. Thus, it was found that exposures to risk agents can be controlled and healthy with the proper use of IPEs and CPEs already contemplated in work environments. The most harmful scenario found was the risk of accidents related to burns, cuts, splashes and unwanted reactions. In view of this scenario, there is a need to improve user awareness, as well as training aimed at carrying out laboratory activities safely, so that the occurrence of malpractice events on the part of users is minimized.

Keywords: occupational; risk; laboratories; safety.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	A segurança do trabalho e a engenharia química	9
2.2	Os agentes de risco e suas classificações.....	10
2.3	Normas nacionais e internacionais para avaliações e enquadramentos.....	12
2.4	A NR 01 atualizada e o programa de gerenciamento de riscos	14
2.5	Laboratórios e a exposição a agentes de risco.....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	Riscos químicos.....	23
4.2	Riscos físicos.....	32
4.3	Riscos biológicos, ergonômicos e de acidente	36
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A exposição ocupacional a agentes de risco pode causar desde acidentes até doenças permanentes que impliquem em uma restrição ou impedimento da capacidade laboral. Para tanto, é importante evidenciar, a necessidade do levantamento e análise correta dos riscos inerentes a cada local e atividade de acordo com a legislação vigente e monitoramento desses riscos a fim de manter a aptidão ocupacional de cada trabalhador.

Apesar da menção a agentes de risco trabalhistas existir desde o ano de 1857 nos Estados Unidos, somente foi contemplado na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), no ano de 1977, através da nº Lei 6514, que trouxe a definição de atividades insalubres, estabelecida no artigo 189. Essa definição sugere que agentes de risco constados acima do limite de tolerância fixados na lei supracitada são possíveis causadores de doenças com nexos causal e para tanto, o trabalhador deve receber adicional compensatório (BRASIL, 1977).

Na visão da higiene ocupacional, além de um levantamento efetivo dos agentes de risco há a necessidade do acompanhamento dos indicadores estabelecidos de forma mais ativa, alterando as formas de intervenção e abordagem, quando não identificada a eficácia ou uma eficiência adequada nas melhorias ou soluções de controle de prevenção aplicadas. A prática da higiene ocupacional permite que o analista vá além da legislação brasileira e busque normas mais críticas e rigorosas dos agentes de risco (MATTOS, 2011).

Laboratórios são ambientes que contém uma infinidade de possíveis riscos. Do ponto de vista da segurança do trabalho são locais os quais têm uma variedade de agentes químicos utilizados diariamente, cada qual com o seu tempo de exposição, via de adsorção, quantidade, frequência e metodologia de análise, a qual na maioria das vezes torna impossível a quantificação através de bombas de amostragem por conta do pouco volume utilizado dentro da jornada de trabalho (BATISTA, 2019).

A atualização da Norma Regulamentadora número 01, por meio da Portaria SEPRT número 6730 de 09 de março de 2020, traz uma nova proposta para a segurança e saúde ocupacional, alterando as práticas utilizadas até então, em um novo modelo que se transforma à medida que as organizações se modificam

diariamente (BRASIL, 2020a). Esse novo formato faz com que os documentos que compõem os programas preventivistas sejam construídos, atualizados e reformulados constantemente, garantindo uma transcrição das situações reais e boa prática da higiene ocupacional em locais com dinamismo de exposições, como é o caso dos laboratórios de ensino e pesquisa das Universidades.

Prevendo a necessidade de averiguar a possível exposição crítica envolta nas atividades laboratoriais, buscou-se pesquisar e analisar o panorama da exposição ocupacional aos agentes de risco legais no que tange às atividades realizadas em laboratórios de uma universidade pública do sudoeste do Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A segurança do trabalho e a engenharia química

O trabalho é uma atividade de suma importância e muito valorizado por todas as sociedades, principalmente pelo desenvolvimento de riquezas e desenvolvimento econômico. Conseqüentemente, esses trabalhadores sempre estiveram sujeitos aos riscos ocupacionais, potencializados na Revolução Industrial em decorrência da necessidade de aumento da produtividade, não se excluindo desse público os profissionais que trabalham na área química (TALHAFERRO et al., 2008).

A amplificação tecnológica tornou-se peça chave para a melhoria de atividades e produções dentro do ramo industrial. Do ponto de vista legal, segurança de processos tornou-se tópico fundamental durante o projeto ou operações de plantas industriais, fazendo parte da atuação profissional do engenheiro químico (MOREIRA; VAZ, 2015).

Um dos motivos promotores de melhorias políticas empresariais e governamentais acerca dos aspectos de segurança de operações industriais foi a ocorrência de grandes acidentes em indústrias químicas. Dentre os fatores que propiciaram a obrigatoriedade de implementação da segurança do trabalho em processos químicos, está a constante exposição a riscos como trabalho em altas pressões e elevadas temperaturas, utilização de diversos tipos de substâncias perigosa (tóxicas, inflamáveis ou explosivas), entre outros. Assim, para manutenção dos processos em operação, faz-se necessário o emprego de procedimentos seguros, visando à segurança dos colaboradores, sociedade e atendimento a exigências legais (MOREIRA; VAZ; 2015).

Em paralelo ao cenário industrial, há um aumento visível em incentivos e propagação da área de pesquisa e desenvolvimento, buscando novas tecnologias e otimizações, atividades estas realizadas geralmente em laboratórios. As referidas atividades trazem a premissa de que os pesquisadores atuantes desses locais, ocupantes de postos de trabalho próprios para o desenvolvimento de tais atribuições, também estejam expostos a agentes de risco similares (CENTURIÃO, 2016).

Do ponto de vista jurídico, faz-se referência ao artigo sexto do capítulo dos direitos sociais da Constituição Federal, que estabelece o direito à saúde para todos. Conforme pontuado por Barros (2016), ao admitir um empregado, é responsabilidade do empregador assegurar a vida, saúde, capacidade de trabalho, entre outros aspectos amparados juridicamente.

Nesse sentido, fica evidenciado o dever de proteção do empregador aos referidos bens do empregado, os quais se dão por meio de adoção de medidas de segurança, tendo como objetivo, a prevenção de doenças e acidentes advindos do ambiente laboral, oriundos da exposição diária a agentes de risco. Prevê o artigo 157 da CLT:

Cabe às empresas:

- I - cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;
- II - instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;
- III - adotar as medidas que lhes sejam determinadas pelo órgão regional competente;
- IV - facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente. (BRASIL, 2020b).

Sendo assim, o direito à segurança e saúde deve ser assegurado, independente da modalidade de trabalho realizado. Dessa forma, são inerente as obrigações do empregador em cumprir normas, adotar medidas cabíveis, instruir seus empregados e auxiliar na fiscalização da autoridade competente, ações com efetividade atrelada ao levantamento e gerenciamento dos agentes de risco laborais (BRASIL, 2020b).

2.2 Os agentes de risco e suas classificações

Os riscos ocupacionais são aqueles que possuem a capacidade de serem danosos a saúde do trabalhador, podendo ser divididos em cinco principais grupos de riscos: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes, sendo o último também conhecidos na literatura como riscos mecânicos (ATLAS, 2000).

Riscos físicos são aqueles que têm a capacidade de modificar características físicas do ambiente. São exemplos de riscos físicos: ruído, calor,

radiações, vibrações, pressões anormais e umidade (MATTOS; MÁSCULO, 2011, p. 38).

Observando os riscos químicos, pode-se dizer são aqueles identificados através das propriedades químicas das substâncias como estrutura molecular, existência de misturas, estado físico da matéria e concentração. A Organização Mundial de Saúde (OMS), estima que as intoxicações agudas por produtos químicos sejam responsáveis por 7,5 milhões de anos de vida saudável perdidos pela população mundial (WHO, 2002).

É importante salientar que os riscos químicos podem também atingir pessoas que não estejam em contato direto com a fonte de exposição e em geral, provocam lesões mediatas. No entanto, eles não demandam necessariamente a existência de um meio para a propagação da sua nocividade, uma vez que algumas substâncias atingem o corpo humano por contato direto (MATTOS, MÁSCULO, 2011, p. 38).

Há muitos pontos a se discutir quando o assunto é agentes químicos, como a necessidade de conhecer a origem, o controle e a prevenção da exposição aos perigos supracitados. Ademais, esses riscos vêm ganhando amplitude pela inclusão constante de novas substâncias no mercado e aumento contínuo da demanda pelo seu uso devido aos benefícios sejam eles industriais ou não (KATO et al., 2007).

Em relação a riscos biológicos são aqueles que advêm de microrganismos presentes no ambiente de trabalho, podendo esses ser vírus, bactérias, protozoários, bacilos, entre outros, potencialmente nocivos ao ser humano. Paralelo a isso, temos os riscos ergonômicos compreendidos por fatores fisiológicos e psicológicos inerentes a execução de atividades laborais, citando-se como exemplos esforço físico, postura inadequada, situação de estresse e monotonia (PEIXOTO, 2010).

Concluindo a classificação de agentes de risco, citam-se os agentes mecânicos ou de acidentes, originários do contato físico direto, manifestando a sua nocividade imediatamente, algumas vezes agudas. São identificados por atuar em pontos específicos do posto de trabalho, podendo-se citar os materiais perfuro cortantes, aquecidos, energizados, irregularidades no piso, elementos que introduzem risco de incêndio ou explosão, entre outros (MATTOS, MÁSCULO, 2011, p. 37).

Há diversas formas de contato corporal com agentes de risco, denominando-se vias de penetração no organismo, classificadas em vias respiratórias, via cutânea ou de contato e via digestiva. O conhecimento do método com que o trabalhador recebe o possível dano é utilizado para a definição de medidas preventivas e corretivas eficazes, buscando minimizar o risco (BARSANO, BARBOSA, 2018).

Cabe também a análise rigorosa do tipo de exposição em relação ao tempo e frequência de contato, pois esse fator interfere diretamente na possível doença a ser adquirida. Nesse sentido, as exposições são classificadas em habituais ou ocasionais e permanentes ou intermitentes (BARSANO, BARBOSA, 2018).

Exposições habituais são aquelas que fazem parte da rotina do trabalhador. Neste caso, o indivíduo tem como hábito realizar atividades que entram em contato com o agente de risco analisado. Por outro lado, exposições ocasionais, também denominadas eventuais, são aquelas não têm uma frequência estabelecida, não fazendo parte da rotina de trabalho (BRASIL, 1999).

No tocante a exposição permanente, é aquela em que o trabalhador tem contato permanentemente durante a jornada laboral, ou seja, sem interrupção, sendo a exposição de natureza contínua. Por fim, exposições intermitentes são aquelas em que há interrupções do contato e da exposição ao risco (BRASIL, 1999).

2.3 Normas nacionais e internacionais para avaliações e enquadramentos

Cada vez mais é possível evidenciar a preocupação com a saúde e segurança do trabalho, tanto no âmbito internacional quanto no nacional. No Brasil, atualmente, além da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), há trinta e sete Normas Regulamentadoras e diversas Portarias do Ministério da Economia, que regulamentam as questões trabalhistas no país. As Normas Regulamentadoras (NRs) possuem o objetivo de completar dispositivos legais (tais como a própria Constituição Federal e a CLT), no que tange a saúde e segurança do trabalho, e segundo o Governo Federal as Normas Regulamentadoras são:

[...] disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da CLT, com redação dada pela Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho (BRASIL, 2020b) **[grifo do autor]**.

As primeiras NRs surgiram em 1978 e, em sequência, foram sendo aprimoradas e complementadas. Atualmente, abordam diferentes temas, como a NR 06 que regulamenta o uso de EPIs (Equipamentos de Proteção Individuais), a NR 07 que estabelece o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Já as NRs 15 e 16 falam sobre insalubridade e periculosidade, respectivamente e a NR 17 trata da questão ergonômica do trabalho (BRASIL, 2020b).

As NRs supracitadas, são apenas alguns exemplos das normas mais conhecidas, mas a legislação se preocupa em abordar as mais diversas atividades a serem executadas, como: operação com caldeiras, vasos de pressão, trabalho com produtos inflamáveis, trabalho em obras e na mineração, espaços confinados, trabalhos em altura, plataformas de petróleo, entre outras.

Nos dias atuais, essas normas são revisadas através da Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP). Essa comissão é formada por representantes do governo, dos empregadores e dos empregados, segundo recomendação da Organização Internacional do Trabalho. No ano de 2020, foram publicadas Portarias modificando algumas normas, entre elas a NR 01, NR 07 e NR 09 (BRASIL, 2020b).

É importante salientar que o direito a insalubridade e periculosidade, inseridos nas NRs 15 e 16 respectivamente, adquiridos pelo trabalhador e que concebem um adicional monetário ao salário mensal, advém da sua exposição aos agentes de risco analisados por profissional responsável constatando níveis não aceitáveis, ou seja, danosos ao corpo humano, através de documento técnico emitido (BRASIL, 2020b).

Outro ponto importante da legislação brasileira se trata da aposentadoria especial e a legislação previdenciária. Essa questão é regida pelo Decreto 3048 de 1999 e seus anexos, em especial referenciando os agentes de risco no Anexo IV, os quais concedem o ensejo previdenciário, não relacionados aos pedidos de insalubridade e periculosidade da legislação trabalhista (BRASIL, 1999a).

Em relação a normas internacionais, as de maior embasamento técnico são as orientações americanas da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) ou Conferência Americana de Higienistas Industriais, que por mais de 80 anos é considerada a mais respeitada no âmbito de saúde e segurança do trabalhador (ACGIH, 2021). Atualizando anualmente o portfólio de agentes de

risco, a instituição americana relaciona os riscos aos seus limites máximos permitidos de exposição, obtidos de pesquisas e contato com indústrias e médicos. Grande ênfase é dada para a classe de agentes químicos que atualmente conta com mais de setecentas substâncias com limites proferidos pela Conferência (ACGIH, 2020).

2.4 A NR 01 atualizada e o programa de gerenciamento de riscos

Sobre a atualização da Norma Regulamentadora 01, que ocorreu em 2020 por meio da Portaria nº 6730/2020 (BRASIL, 2020a) o Governo Federal justifica que trata-se de uma modificação inclusa em uma revisão geral das NRs. Podemos destacar como pontos de grande relevância nesta reestruturação a substituição do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) pelo Programa de Gerenciamento de Riscos Ambientais (PGR) (BRASIL, 2020a).

Antes da alteração, a NR 01 era denominada apenas de “Disposições Gerais”, passando a receber o título de “Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais”. A nova NR 01 veio para mudar a forma como os profissionais da área de saúde e segurança do trabalho estão habituados na elaboração de programas. O novo texto trouxe muito mais dinamismo, visando reformulações constantes dos programas de gerenciamento. Nesse sentido, Penteado e Tereza (2020, p.1), relatam que ao tratar-se do gerenciamento dos riscos ocupacionais, tradicionalmente, há apenas a elaboração de documentos de prevenção. Entretanto, a nova estruturação da NR 01 busca propiciar uma forma dinâmica para criação e execução de ações preventivas, aliado ao gerenciamento e controle das ações de aperfeiçoamento.

O novo texto normativo trouxe novos conceitos, como é o caso do PGR, que abre uma sequência de diretrizes para esse novo modelo de documento da área de segurança do trabalho. Nesse sentido, entramos em mais um ponto da nova norma, o plano de ação. Conforme reportado por Penteado e Tereza (2020, p.4), a obrigatoriedade de criação deste plano de ação visa além da documentação para registro, trazer diretrizes práticas para eliminar ou controlar perigos e/ou riscos com a indicação das fases de identificação, análise e tratamento dos mesmos. Cabe ressaltar a importância por parte do empregador de não apenas elaborar

documentos para atendimento legal, mas que essas informações sejam efetivamente repassadas de forma adequada aos empregados.

A severidade e a probabilidade de um evento, estão muito presentes na nova redação, inclusive, coloca a cargo do trabalhador, comunicar o empregador uma situação, que no seu ponto de vista, caracterize risco grave e iminente para sua vida e/ou saúde (BRASIL, 2020a).

Quando identificado risco grave e iminente (aquele que é possível e resulta como consequência a morte ou uma lesão severa no trabalhador) a empresa deve interromper suas atividades, retirando de forma imediata os trabalhadores do local. Nessas ocasiões, somente após o controle do risco pode ser permitido o retorno as atividades, como consequência, implementando melhorias que traga segurança aos trabalhadores (BRASIL, 2020a).

De uma forma geral, Penteado e Tereza (2020, p.9), definem que o PGR deve conter ações visando a eliminação ou mitigação dos riscos associados à determinada atividade, para que seja garantida a execução segura da mesma. Para tanto, este programa deve trazer informações eficazes na compreensão e conhecimento dos riscos inerentes ao processo avaliado, sendo este desenvolvido e implementado pela organização.

O PGR deverá então contemplar todos os riscos identificados, através dos meios técnicos necessários para identificação, complicações e efeitos dos riscos a médio e longo prazo, contendo as fases de análise dos riscos, avaliação dos mesmos e gerenciamento de um controle efetivo levando em consideração a severidade e a gravidade de cada item pontuado (BRASIL, 2020a).

A norma então, aponta as informações mínimas que o documento deve conter, sendo estas:

1.5.7.3.2 O Inventário de Riscos Ocupacionais deve contemplar, no mínimo, as seguintes informações: [...] d) dados da análise preliminar ou do monitoramento das exposições a agentes físicos, químicos e biológicos e os resultados da avaliação de ergonomia nos termos da NR-17 [...] (BRASIL, 2020a).

Além disso, acrescenta-se a importância da caracterização do ambiente laboral, as atividades realizadas pelo empregado, os perigos ali existentes e possíveis lesões, as fontes geradoras dos riscos. Podem ser destacadas também as

medidas de prevenção já existentes, resultado de monitoramento dos agentes, entre outros (BRASIL, 2020a).

2.5 Laboratórios e a exposição a agentes de risco

Independentemente do ambiente laboral, seja ele um laboratório, processo industrial ou escritório, os trabalhadores podem estar constantemente expostos a agentes de risco em suas atividades. No tocante dos riscos ocupacionais no ambiente laboratorial, cita Cipriano (2014) que esses são predominantemente associados a agentes químicos decorrentes do uso cotidiano de substâncias químicas perigosas.

Dentre os diferentes tipos de laboratórios, os laboratórios universitários são ambientes de trabalho diferenciados em relação ao objetivo ali buscado, que são relacionados ao desenvolvimento do conhecimento, ensino, pesquisa e extensão (RANGEL et al., 2014).

Nesse contexto, Rangel et al. (2014) reportam que o trabalho laboratorial envolve o desenvolvimento prático tarefas que empregam metodologias experimentais, o que é de grande relevância em atividades de ensino acadêmico. Assim, possibilita-se aos alunos o acesso a relação da teoria vista em sala de aula, com a prática contemplada nas atividades nestes ambientes, garantindo uma formação acadêmica completa e com qualidade de aprendizagem. No entanto, os ambientes laboratoriais, mesmo que de ensino, não estão isentos a garantir o desenvolvimento de atividades de forma segura e cumprindo os preceitos da legislação brasileira acerca dos aspectos de saúde e segurança do trabalho.

Tradicionalmente, a segurança do trabalho não é caracterizada como um destaque nas instituições de ensino. Em paralelo, no que se refere aos laboratórios propriamente ditos, afirma-se que muitos usuários desconhecem ou optem por desconsiderar os riscos associados às atividades desenvolvidas e as executam sem proteção adequada. É importante salientar que o cenário nesses ambientes engloba várias situações promovidas por pessoas com formações, atribuições e interesses distintos (professores, técnicos, estudantes, pesquisadores) o que torna o ambiente laboratorial um local complexo para o gerenciamento dos riscos ocupacionais (LIMA et al., 2018).

Nesses ambientes laborais são visíveis máquinas, equipamentos e corriqueiramente a manipulação de agentes químicos em seu formato padrão ou diluído. Esses são considerados fatores de risco em potencial, portanto, sujeitos as leis e normas de segurança do trabalho (RANGEL et al., 2014). Ademais, nos laboratórios científicos são realizadas diversas e complexas atividades, nas quais há a somatória de fatores de risco como ruídos, calor, vibrações, radiações e tantas outras condições que tornam a avaliação de cada ambiente particular e única (CRQ IV, 2012).

Dessa forma, em um laboratório, assim como qualquer outro ambiente laboral, devem ser estudados, analisados e identificados como um local de trabalho inerente a tais exposições, bem como, deve-se buscar a segurança de quem ali realiza atividades.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desse estudo, realizou-se o levantamento dos agentes de risco contidos em laboratórios, buscando-se abranger ambientes e postos de trabalho dos laboratórios de ensino e pesquisa de uma universidade pública no sudoeste do Paraná. A análise incluiu três principais grupos: estagiários, técnicos administrativos e corpo docente, que realizam atividades práticas em laboratórios. Dentre os laboratórios existentes na universidade em que o estudo foi desenvolvido, foram preconizados os laboratórios de bioprocessos, operações unitárias, química, águas e efluentes, bioquímica, solos e biologia. Tais laboratórios são utilizados em atividades de ensino e pesquisa nos cursos de graduação em engenharia química, engenharia ambiental e engenharia de alimentos.

Como metodologia de análise, realizou-se uma visita exploratória nos locais supracitados, observando-se as condições laborais e de segurança dos ambientes, registrando os pontos observados pelo analista. Além disso, os indivíduos analisados foram contemplados em dois grupos similares de exposição, o primeiro contendo o corpo docente e o segundo contendo técnicos e estagiários. Assim, baseou-se nos agentes de risco em que os referidos grupos estão expostos, os quais se classificaram como agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente.

Como mecanismo de avaliação, realizou-se a investigação com usuários dos laboratórios, visando averiguar a percepção de aspectos acerca de saúde e segurança do trabalho pelos mesmos. Ademais, buscou-se a aquisição de informações relativas aos tipos de agentes que os usuários podem estar expostos, eventuais acidentes de trabalho já sofridos e susceptibilidade a riscos por imperícia ou falta de instruções de segurança adequadas.

Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se a pesquisa de normas nacionais e internacionais e critérios das metodologias aplicáveis a cada agente encontrado, seja ele qualitativo ou quantitativo.

No caso dos agentes quantitativos, para a averiguação do agente físico relativo ao risco por ruído, utilizou-se o dosímetro modelo *SmartDB* (Figura 1), uma vez constatado que era o único agente quantitativo presente nos ambientes analisados. Relativa à metodologia de análise, foram utilizadas quantificações

instantâneas com as diferentes máquinas ruidosas dos estabelecimentos laboratoriais. Os equipamentos foram analisados separadamente para possibilitar a aplicação do método dos efeitos combinados uma vez que tal método possibilita a somatória da dose diária com a utilização de mais de um equipamento durante a jornada de trabalho. Para tanto, buscou-se simular uma rotina comumente empregada pelos usuários, com o uso dos diferentes equipamentos presentes nos ambientes laborais.

Figura 1 – Dosímetro SmartDB



Fonte: Chrompack (2020)

O método dos efeitos combinados contempla a somatória das frações do tempo total diário que o trabalhador fica exposto ao nível de ruído específico, pelo tempo máximo diário permissível a este nível. Desta forma, optou-se por utilizar a tabela de tempo máximo da *Norma de Higiene do Trabalho 01* (NHO 01) (FUNDACENTRO, 2001), pois esta, ao utilizar o fator de dobra ou incremento de duplicação de dose três, é mais rigorosa do que a NR 15 Anexo 01 (BRASIL, 1978) que utiliza cinco como fator de dobra.

Cabe salientar que o fator de dobra é o incremento em decibéis que, quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou redução pela metade do tempo máximo permitido (FUNDACENTRO, 2001).

A averiguação dos agentes químicos utilizados foi realizada por meio de inspeção qualitativa e identificação dos produtos expostos nos laboratórios avaliados, conforme exemplo apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Soluções de diversos produtos químicos expostos no laboratório de química



Fonte: Autoria própria (2021)

Há uma grande variedade de normas e leis que se referem a agentes químicos. Para tanto, primeiramente elaborou-se uma comparação entre a ACGIH e as legislações brasileiras, sendo elas a NR 15 e seus Anexos XI e XIII caracterizadas como legislações trabalhistas (BRASIL, 1978) e também o Anexo IV do Decreto 3048 (BRASIL, 1999), o qual se refere à legislação nacional previdenciária. Outro parâmetro nacional pesquisado foi a possibilidade de os agentes encontrados estarem listados na *Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos* (LINACH) devido à importância dos cuidados na manipulação de agentes causadores de câncer (BRASIL, 2013).

Devido à grande rotatividade de agentes químicos manipulados nos laboratórios, torna-se muito difícil avaliar os mesmos quantitativamente. Desta forma, optou-se por calcular um volume máximo permitido. O volume máximo foi obtido pela multiplicação entre o volume do laboratório de solos, que é o menor laboratório avaliado com 189,6 m³, e o menor limite de tolerância fornecido pela ACGIH. Desta forma, obteve-se o valor máximo de agente químico que, se totalmente volatilizado, seria restringido ao limite de tolerância da substância estabelecido pela norma internacional americana e que pode ser considerado válido para todos os laboratórios analisados.

Qualitativamente, foram observados ainda os agentes ergonômicos, de acidentes e biológicos. O primeiro se expôs através da dinâmica das funções e observação principalmente postural durante a prática laboratorial. No caso do risco

de acidentes, além da vistoria nos ambientes de trabalho, levou-se em consideração as informações disponibilizadas pelos usuários do laboratório durante a investigação presencial. Por sua vez, para a análise de agentes biológicos se averiguou os microrganismos manipulados nos laboratórios e a sua possibilidade danosa.

Como fontes de embasamento, abrangeu-se a busca exploratória de livros e artigos científicos que tratam de agentes de risco e sua normatização relacionados à saúde e segurança do trabalhador, para um concreto raciocínio do ordenamento legal e da aplicabilidade dos aspectos avaliados nesse estudo.

Já em relação ao método aplicado, utilizou-se o dialético, frente a diversas lacunas previamente analisadas na legislação, deixando a possibilidade de dialogar e debater o tema, proporcionando uma análise da relação teórica e prática.

Para a escolha das legislações utilizadas para avaliação dos dados encontrados levou-se em conta a necessidade da elaboração dos laudos e documentos pertinentes à segurança do trabalho, optando-se por abranger a legislação trabalhista e previdenciária, mas também buscando grande ênfase na higiene ocupacional das atividades dispostas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sendo a saúde e segurança do trabalho um direito constitucional, esse tema é de suma importância também para a sociedade acadêmica, formada por estagiários, professores, técnicos administrativos e alunos de universidades que têm contato direto com os agentes de risco durante suas atividades laborais ou acadêmicas.

Dentre as atividades realizadas em uma universidade que envolvem riscos, destacam-se as aulas práticas laboratoriais, devido ao manuseio e exposição habitual a agentes químicos e físicos de risco. Outras atividades laboratoriais em que se evidenciam riscos associados, constam nas atividades de pesquisa, muito inerentes às universidades públicas pela necessidade de desenvolvimento de pesquisas científicas e a evolução tecnológica constante (KARAPANTSIOS et al., 2008).

Portanto, analisou-se os agentes de risco em que técnicos, estagiários e o corpo docente estavam expostos em suas atividades cotidianas. Ademais, faz-se pertinente esclarecer que a análise se deu de acordo com a caracterização atual das exposições comparando-as com o que preconiza a NR 01, NR 15 e seus anexos, ACGIH, LINACH e o Anexo IV do Decreto 3048.

No período de execução da pesquisa, as atividades desenvolvidas na universidade estavam fortemente impactadas pela pandemia Covid-19, sendo poucos os usuários em trabalho presencial, o que comprometeu a coleta de dados de forma representativa. Porém, a partir dos relatos dos usuários e registros fornecidos pela instituição, foi possível averiguar-se quais os principais agentes de risco e atividades desenvolvidas em uma situação normal de funcionamento da universidade a partir de um panorama anterior ao afastamento das atividades presenciais por conta da pandemia. Assim, buscou-se trazer informações a partir de modificações nas legislações para possibilitar a atualização nos quesitos legais quando retomadas as atividades ditas normais na instituição.

4.1 Riscos químicos

Os agentes químicos são classificados como as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória nas formas de poeira, fumos, névoas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (ALVES, 2015). Levando em consideração tal conceito, listou-se os agentes químicos encontrados nas bancadas dos laboratórios avaliados e os mais utilizados segundo relato dos usuários.

A arguição dos agentes químicos resultou na divergência entre as legislações brasileiras e as metodologias internacionais relacionadas, resultando em uma análise para cada legislação, conforme podemos observar no Quadro 1, no qual assinala-se a existência do agente na norma em questão.

No Quadro 1, relaciona-se a norma americana ACGIH, amplamente conhecida por sua rigidez e pesquisa com agentes químicos, com a NR 15 e seus anexos, norma que estabelece os critérios para enquadramento da insalubridade. Além disso, no Quadro 1, são contempladas a *Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos* (LINACH) e a legislação previdenciária possibilitando a aposentadoria especial para trabalhadores que manipulam os agentes químicos assinalados na coluna referente ao Decreto 3048 e seu Anexo IV.

Podemos citar a presença de dois agentes na *Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos* (LINACH) contemplados no grupo 2B, o qual relaciona agentes possivelmente carcinogênicos para humanos. Ainda, evidencia-se, a prevalência da norma americana, na qual, por meio dos seus estudos e atualizações anuais, encontrou-se a maior parte dos agentes químicos sendo contemplados.

A ACGIH tem em seu portfólio limites de tolerância diferentes, aos quais denomina-se de *Threshold Limit Values* (TLV). Esses TLVs são divididos em: *Time-Weighted Average Exposure Value* (TWA), *ShortTerm Exposure Value* (STEL) e *Ceiling Exposure Value* (*Ceiling*). A norma também traz notações a respeito do potencial cancerígeno do agente e a base do TLV que são as possíveis doenças e comprometimentos gerados pela exposição ao risco químico referente.

Quadro 1 – Resumo dos agentes químicos encontrados

Agente químico	ACGIH	NR 15 e seus anexos	LINACH	Decreto 3048 Anexo IV
Acetona	X	X		
Ácido acético	X	X		
Ácido ascórbico				
Ácido clorídrico	X	X		X
Ácido fosfórico	X	X		X
Ácido nítrico	X	X		
Ácido sulfúrico	X	X		
Álcool etílico	X	X		
Álcool isobutílico	X	X		
Álcool metílico	X	X		
Bromato de potássio			2B	X
Carbonato de sódio				
Ciclohexanol	X	X		
Clorato de sódio				X
Cloreto de potássio				X
Cloreto de sódio				
Cloreto férrico	X			
Cloro	X	X		X
Clorofórmio	X	X	2B	X
Dicromato de potássio		X		X
Difenilamina	X	X		X
Éter etílico	X	X		
Fosfato				
Hexano	X	X		X
hidróxido de amônio				
Hidróxido de cálcio	X	X		
Hidróxido de potássio	X	X		
Hidróxido de sódio	X	X		
Iodeto de magnésio	X			
Nitrato de prata	X			
Sulfato de magnésio				
Sulfato de sódio	X			
Sulfato ferroso amoniacal				
Tiosulfato de sódio				

Fonte: Autoria própria (2021)

No Quadro 2, pode-se observar as informações obtidas de cada agente químico encontrado nos laboratórios, indicando-se a análise dos limites de tolerância estabelecidos na ACGIH, bem como o volume máximo permitido para ser utilizado durante uma jornada diária de trabalho.

Quadro 2 – Agentes químicos contemplados na ACGIH

(continua)

Agente químico	TWA	STEL	Ceiling	Notações	Base do TLV	Volume máximo permitido (mL)
Acetona	250 ppm	500 ppm		A4	Comprometimento do sistema nervoso central; Irritações no trato respiratório superior; Irritações nos olhos	4739200
Ácido acético	10 ppm	15 ppm			Comprometimento da função pulmonar; Irritações no trato respiratório superior; Irritações nos olhos	189568
Ácido clorídrico		2 ppm	X	A4	Irritações no trato respiratório superior	37914
Ácido fosfórico	1 mg/m ³	3 mg/m ³			Irritações nos olhos; Irritações na pele; Irritações no trato respiratório superior	189568000
Ácido nítrico	2 ppm	4 ppm			Irritações no trato respiratório superior; Irritações nos olhos; Corrosão dental	379136000
Ácido sulfúrico	0,2 mg/m ³			A2	Efeitos na função pulmonar	37913600
Álcool etílico		1000 ppm		A3	Irritações no trato respiratório superior	18956800
Álcool isobutílico	50 ppm				Irritações nos olhos; Irritações na pele	947840
Álcool metílico	200 ppm	250 ppm		Pele	Dor de cabeça; Tontura; Náusea	3791360
Ciclohexanol	50 ppm			Pele	Irritações nos olhos; Comprometimento do sistema nervoso central	947840
Cloreto férrico	1 mg/m ³				Irritações no trato respiratório superior; Irritações na pele	189568000
Cloro	0,1 ppm	0,4 ppm		A4	Irritações no trato respiratório; Extrema reação nas vias aéreas; Edema pulmonar	1895,7
Clorofórmio	10 ppm			A3	Danos no fígado; Dano embrio/fetal; Comprometimento do sistema nervoso central	189568

Quadro 2 – Agentes químicos contemplados na ACGIH

(conclusão)

Agente químico	TWA	STEL	Ceiling	Notações	Base do TLV	Volume máximo permitido (mL)
Difenilamina	10 mg/m ³			A4	Danos nos rins; Danos no fígado; Efeitos hematológicos	1895680000
Éter etílico	400 ppm	500 ppm			Comprometimento do sistema nervoso central; Irritações no trato respiratório superior	7582720
Hexano	50 ppm			Pele	Comprometimento do sistema nervoso central; Neuropatia periférica; Irritações nos olhos	947840
Hidróxido de cálcio	5 mg/m ³				Irritações nos olhos; Irritações na pele; Irritações no trato respiratório superior	947840000
Hidróxido de potássio		2 mg/m ³	X		Irritações nos olhos; Irritações na pele; Irritações no trato respiratório superior	379136000
Hidróxido de sódio		2 mg/m ³	X		Irritações nos olhos; Irritações na pele; Irritações no trato respiratório superior	379136000
Iodeto de magnésio	0,01 ppm			A4	Hipotireoidismo; Irritações no trato respiratório superior	189,6
Nitrato de Prata	0,01 mg/m ³				Argíria	1895680
Sulfato de sódio	5 mg/m ³			A4	Irritações na pele; Irritações nos olhos; Irritações no trato respiratório superior	947840000

Fonte: ACGIH (2020)

Mediante os rigorosos critérios trazidos pela ACGIH (2020), reporta-se que a definição de TWA trata-se do limite de exposição com média ponderada no tempo. Assim, destaca-se o agente químico iodeto de magnésio, utilizado na preparação de compostos de síntese orgânica, o qual relaciona um baixo limite (0,01 ppm) que não deve ser ultrapassado no tempo total da jornada diária de trabalho, fixando-se como volume máximo de 189,6 mL para garantir uma exposição segura.

Observando os STEL, definidos como limites de exposição de curta duração que não devem ser ultrapassados em uma exposição de 15 minutos, todos os

agentes relacionados no Quadro 2, com os respectivos limites, são passíveis de observação. Tendo em vista que, segundo a investigação realizada junto aos usuários dos laboratórios, os técnicos levam de 15 a 20 minutos para o preparo de uma solução, não devendo ultrapassar o volume máximo calculado dentro desse período, pois os volumes máximos permitidos na jornada de trabalho são elevados, não sendo provável que estes sejam ultrapassados nas atividades laborais avaliadas.

Um exemplo de agente químico com STEL é o cloro, que embora não utilizado em sua forma padrão com alta pureza, pode ser observado em vários compostos no laboratório. Todos os compostos contendo o agente químico têm permissão máxima de 1897 mL, um volume considerado alto, pois ultrapassa um litro durante a manipulação, sendo dificilmente excedido esse na escala laboratorial utilizada nos ambientes analisados.

Como descrito no Quadro 2, a partir do levantamento de agentes químicos utilizados nos laboratórios avaliados, contemplou-se ainda três agentes na norma americana com *Ceiling* o qual se refere ao valor teto da exposição e não deve ser excedido durante nenhum momento da exposição nas atividades laborais. Os agentes avaliados com *Ceiling* foram o ácido clorídrico, hidróxido de potássio e hidróxido de sódio. De acordo com informações coletadas junto aos usuários, tais agentes estão entre os mais utilizados no cotidiano das atividades, porém são contemplados com altos volumes máximos, propiciando segurança durante a manipulação.

As notações apreciadas no Quadro 2 trazem informações que devem ser observadas ao manipular os agentes químicos reportados. A notação A4 indica segurança, pois, define que o agente de risco não é cancerígeno para humanos, ao contrário do A2 que identifica como agente suspeito de causar câncer em humanos e o A3 que confirma a geração de câncer em animais, mas tem relevância desconhecida para humanos. Por fim, salienta-se a notação “Pele”, referindo-se a agentes químicos que podem ser absorvidos através da pele humana, por conseguinte, deve-se utilizar proteção de mãos e braços ao manipular substâncias como álcool metílico, ciclohexanol e hexano, conforme indicado.

Na coluna “Base do TLV”, encontram-se os órgãos que podem ser comprometidos pela exposição crônica a esses agentes de risco indicados, que vão de dores de cabeça, tontura e náuseas, como é o caso do álcool metílico utilizado

como solvente nas práticas laboratoriais, até o comprometimento do sistema nervoso central, contido na acetona, éter etílico, hexano e clorofórmio, sendo esses solventes mais fortes. Tais informações são úteis para propiciar precaução do usuário e diminuição da taxa de imperícia, visto que durante as visitas aos laboratórios, muitos usuários alegaram não saber o perigo que se expunham no dia a dia.

O volume máximo proporciona um bom parâmetro a ser implantado nas atividades rotineiras de técnicos, estagiários e professores. Esse parâmetro foi calculado a partir do volume do menor laboratório dentre a amostra realizada. Mesmo com o fato de que levou-se em conta que se toda a concentração de agente químico utilizado fosse para o ar (volatilizado), uma amostragem quantitativa ficaria abaixo dos limites de exposição fixados na ACGIH. Assim sendo, encontrou-se valores seguros para a manipulação dos agentes químicos apresentados, uma vez que pela rotatividade dos mesmos e dos usuários do laboratório que os manipulam, se torna impossível realizar avaliações quantitativas das exposições.

Cabe salientar que o tempo e a frequência da exposição são critérios que não foram passíveis de levantamento. A depender do objetivo da prática laboratorial realizada em aulas dos cursos de Graduação ou da necessidade dos procedimentos empregados em uma dada pesquisa científica, são elaborados e manipulados diversos agentes nos laboratórios. Deste modo, pondera-se que em sua grande maioria, técnicos e estagiários sofrem exposições de 15 a 20 minutos durante o preparo de soluções e o corpo docente expõe-se durante o tempo de hora-aula ou o período despendido em acompanhamento de pesquisas científicas. O período de exposição dos docentes durante as aulas práticas pode variar de 50 à 250 minutos, dependendo da disciplina, o que dificulta a avaliação detalhada da exposição dos mesmos aos agentes químicos avaliados. Além disso, a periodicidade de utilização de determinados agentes é de estricta dificuldade de acompanhamento, uma vez que os usuários podem utilizar determinada substância apenas uma vez por semestre durante as aulas práticas, ou ter o uso frequente, por exemplo, em atividades de pesquisa.

Em paralelo, temos a NR 15 e seus Anexos 11, 12 e 13 que contemplam agentes químicos na legislação trabalhista brasileira, distribuídos em metodologias qualitativas e quantitativas (BRASIL, 1978).

Vários agentes químicos se encontram no Anexo 11 da NR 15, estabelecido como o Anexo quantitativo, ou seja, todos os agentes contidos no supracitado Anexo têm limite de tolerância. A norma contempla também absorção pela pele, limite teto, valor máximo e o grau de insalubridade no caso da exposição ultrapassar o limite estabelecido, conforme se contempla no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise de agentes químicos quantitativos por meio do preconizado na NR 15 Anexo 11

Agente químico	Lista de tolerância						
	Pele	mg/m ³	ppm	Teto	Valor máximo mg/m ³	Valor máximo ppm	Grau
Acetona	-	1870 mg/m ³	780 ppm	-	2057 mg/m ³	975 ppm	Mínimo
Ácido acético	-	20 mg/m ³	8 ppm	-	30 mg/m ³	16 ppm	Médio
Ácido clorídrico	-	5,5 mg/m ³	4 ppm	Sim	11 mg/m ³	8 ppm	Máximo
Álcool etílico	-	1480 mg/m ³	780 ppm	-	1628 mg/m ³	975 ppm	Mínimo
Álcool isobutílico	-	115 mg/m ³	40 ppm	-	143,75 mg/m ³	60 ppm	Médio
Álcool metílico	Sim	200 mg/m ³	156 ppm	-	250 mg/m ³	195 ppm	Máximo
Ciclohexanol	-	160 mg/m ³	40 ppm	-	200 mg/m ³	60 ppm	Máximo
Cloro	-	2,3 mg/m ³	0,8 ppm	-	4,6 mg/m ³	2,4 ppm	Máximo
Clorofórmio	-	94 mg/m ³	20 ppm	-	141 mg/m ³	30 ppm	Máximo
Éter etílico	-	940 mg/m ³	310 ppm	-	1175 mg/m ³	387,5 ppm	Médio

Fonte: BRASIL (1978)

Mediante a prospecção dos riscos químicos laborais quantitativos, determinados na NR 15 Anexo 11 (BRASIL, 1978), nota-se que nenhum dos agentes relacionados portam limite de tolerância maior que os limites de exposição estabelecidos na ACGIH. Dessa forma, cumprem-se os volumes máximos relacionados anteriormente para contemplar igualmente a falta de exposição crítica a ser disposta nesta norma. Justifica-se ainda, a convergência das indicações em

ambas as avaliações do agente químico álcool metílico com absorção pela pele e o ácido clorídrico com valor teto.

O valor máximo, o qual se ultrapassado assume-se risco grave e iminente, foi calculado de acordo com o contemplado no Anexo 11 da NR 15 por meio da multiplicação do limite de tolerância pelo fator de desvio, extraídos do referido Anexo, conforme apresentado na Tabela 1 (BRASIL, 1978). Pode ser salientado ainda que esse valor também não ultrapassa os limites restritivos da ACGIH, compactuando com a já citada rigorosidade da norma.

Tabela 1 – Limite de tolerância e respectivo fator de desvio obtivos do Anexo 11 da NR

Limite de tolerância (ppm ou mg/m³)	Fator de desvio
0 a 1	3
1 a 10	2
10 a 100	1,5
100 a 1000	1,25
Acima de 1000	1,1

Fonte: Brasil (1978)

Ademais, a diferença do Anexo 11 da NR 15 (BRASIL, 1978), se dá pelo direito ao adicional de insalubridade por base de cálculo do salário mínimo do trabalhador, se ultrapassados os limites estabelecidos na norma, podendo ser concedidos em grau mínimo (para acetona e álcool etílico), médio (álcool acético, álcool isobutílico e éter etílico) e máximo, conforme observado no Quadro 3.

Dentre os critérios não contemplados na ACGIH, podemos citar as avaliações qualitativas. No entanto, estes se encontram na NR 15, Anexo 13, da legislação trabalhista brasileira, conforme Quadro 4, excluindo-se desta relação os agentes previamente contemplados no Anexo 11 da mesma norma (BRASIL, 1978).

Para enquadramento e concessão da insalubridade quando um trabalhador é exposto a algum dos agentes citados no Quadro 4, há a necessidade de cumprimento de dois requisitos: o agente estar listado no Anexo 13 da NR 15, bem como a atividade desenvolvida pelo trabalhador estar atrelada a esse agente. Desta maneira, pondera-se que os agentes hexano e hidróxido de cálcio não são passíveis de enquadramento, uma vez que não há congruência entre as atividades desenvolvidas nos laboratórios com a relação das atividades relacionadas a estes agentes de risco na legislação pertinente.

Quadro 4 – Análise de agentes químicos qualitativos por meio de critérios da NR 15 Anexo 13

Agente químico	Atividades	Grau de Insalubridade
Ácido fosfórico	Fabricação e manipulação de ácido oxálico, nítrico, sulfúrico, bromídrico, fosfórico, pícrico.	médio
Ácido nítrico	Fabricação e manipulação de ácido oxálico, nítrico, sulfúrico, bromídrico, fosfórico, pícrico.	médio
Ácido sulfúrico	Fabricação e manipulação de ácido oxálico, nítrico sulfúrico, bromídrico, fosfórico, pícrico.	médio
Dicromato de potássio	Manipulação de cromatos e bicromatos.	médio
Difenilamina	Emprego de aminoderivados de hidrocarbonetos aromáticos (homólogos da anilina).	médio
Hexano	Não relacionadas	-
Hidróxido de cálcio	Não relacionadas	-
Hidróxido de potássio	Fabricação e manuseio de álcalis cáusticos (para pH maior que 11,5)	médio
Hidróxido de sódio	Fabricação e manuseio de álcalis cáusticos (para pH maior que 11,5)	médio

Fonte: BRASIL (1978)

Os agentes restantes do Quadro 4 foram constatados na NR 15 em seu Anexo 13 com insalubridade em grau médio. Porém, a condição insalubre não é reconhecida quando há a comprovação da eficácia do uso de EPCs e EPIs. Nesse sentido, relata-se que todos os laboratórios disponibilizam de capelas de exaustão (EPC), bem como foram encontradas luvas nitrílicas (EPI) disponíveis nos estabelecimentos, não sendo pleiteado o direito ao adicional ao salário por insalubridade pela exposição a esses agentes químicos.

A última averiguação a qual se refere a legislação previdenciária brasileira, contemplada no Decreto 3048 e seu Anexo IV, pode ser observada no Quadro 5.

Tendo em vista que os agentes químicos listados no Quadro 5 constituem-se como passíveis de enquadramento para a atividades especiais, as quais, caso concedidas, diminuem o tempo de contribuição para com a previdência social e garantem aposentadoria especial. Entretanto, salienta-se que para conceder o direito aos agentes quantitativos, há a necessidade de ultrapassar os limites de tolerância estabelecidos pela NR 15 no Anexo 11, os quais se constata não ser averiguado se cumpridos os volumes máximos estabelecidos nesse estudo (Quadro 2). Ademais, a exposição a agentes químicos mensurada com metodologias qualitativas e quantitativas podem não acarretar na consideração de adicional por

insalubridade ou atividades especiais com a comprovação da eficácia dos EPIs e EPCs.

Quadro 5 – Análise de agentes químicos a partir do Anexo IV do Decreto 3048

Agente químico	Grupo	Código	Tempo de exposição	Enquadramento
Ácido clorídrico	Cloro e Seus Compostos Tóxicos	1.0.9	25 anos	Quantitativo
Ácido fosfórico	Fósforo e Seus Compostos Tóxicos	1.0.12	25 anos	Qualitativo
Bromato de potássio	Bromo e Seus Compostos Tóxicos	1.0.5	25 anos	Qualitativo
Clorato de sódio	Cloro e Seus Compostos Tóxicos	1.0.9	25 anos	Quantitativo
Cloreto de potássio	Cloro e Seus Compostos Tóxicos	1.0.9	25 anos	Quantitativo
Cloro	Cloro e Seus Compostos Tóxicos	1.0.9	25 anos	Quantitativo
Clorofórmio	Cloro e Seus Compostos Tóxicos	1.0.9	25 anos	Quantitativo
Dicromato de potássio	Cromo e Seus Compostos Tóxicos	1.0.10	25 anos	Qualitativo
Difenilamina	Outras Substâncias Químicas - Grupo I e II simultaneamente - Aminas Aromáticas	1.0.19: Grupo I e Grupo II Simultaneamente	25 anos	Qualitativo
Hexano	Outras Substâncias Químicas - Grupo I	1.0.19: Grupo I	25 anos	Qualitativo

Fonte: BRASIL (1999)

De forma geral, no panorama encontrado nos ambientes de trabalho com relação a exposição a agentes químicos de risco, conclui-se que não há evidências de enquadramento para nenhum critério da legislação brasileira. Para tanto, devem ser cumpridos os volumes máximos evidenciados, não sendo indicadas condições que amparem adicionais salariais os trabalhadores expostos.

4.2 Riscos físicos

No que tange os agentes físicos, não foram encontradas exposições a frio, vibrações e radiações habituais nos ambientes analisados. Há o uso de estufas de secagem e mufas em altas temperaturas, porém, as atividades com esses equipamentos não apresentam mudança suficiente na temperatura do ambiente

para se considerar a exposição ao calor. Contudo, o agente físico ruído se apresentou em várias máquinas e ferramentas utilizadas habitualmente nos laboratórios. Dessa forma, optou-se por quantificações de leitura instantânea uma vez que os postos de trabalho no momento da operação são fixos e o ruído ambiente é menor que 65 dB.

Nas Tabelas 2 a 8, apresentam-se as quantificações instantâneas de nível de pressão sonora encontradas em cada laboratório analisado e os principais equipamentos alocados nestes ambientes. É importante pontuar que o limiar de integração do dosímetro adotado é de 65dB, não sendo possível o registro da avaliação com índices menores que esse valor. Desse modo, os equipamentos que emitiram ruído menor foram marcados nas tabelas como não detectados (N.D.).

Tabela 2 – Análise de ruído no laboratório de bioprocessos

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Capela de exaustão	65,7	
Banho maria	N.D.	Não há exposição maior que 80dB
Bomba de vácuo	70,1	

Fonte: Aatoria própria (2021)

Tabela 3 – Análise de ruído no laboratório de operações unitárias

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Capela de exaustão	N.D.	
Banho maria	N.D.	
Bomba de vácuo 01	71,4	
Bomba de vácuo 02	69,9	0,026
Peneira vibratória	85,3	
Agitador mecânico digital	N.D.	
Centrífuga	75,4	

Fonte: Aatoria própria (2021)

Tabela 4 – Análise de ruído no laboratório de química

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Capela de exaustão 01	68,5	
Capela exaustão 02	72,1	
Evaporador rotativo	69,3	Não há exposição maior que 80dB
Bomba de vácuo	66,0	
Banho ultrassom	69,1	

Fonte: Aatoria própria (2021)

Tabela 5 – Análise de ruído no laboratório de bioquímica

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Capela de exaustão	77,7	
Banho maria com agitação	N.D.	Não há exposição maior que 80dB
Centrífuga	69,7	
Mesa agitadora orbital (<i>shaker</i>)	65,3	

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 6 – Análise de ruído no laboratório de solos

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Agitador mecânico	83,2	0,037
Peneira vibratória	84,4	

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 7 – Análise de ruído no laboratório de águas e efluentes

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Centrífuga	70,6	Não há exposição maior que 80dB

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 8 – Análise de ruído no laboratório de biologia

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB)	Efeitos combinados
Bomba de vácuo	68,6	
Banho maria	N.D.	Não há exposição maior que 80dB
Centrífuga	76,6	

Fonte: Autoria própria (2021)

Como pode ser observado nas Tabelas 2 a 8, grande parte dos equipamentos avaliados ficaram com o nível de pressão sonora abaixo de 80 dB. Por consequência, os níveis quantificados encontraram-se abaixo do nível de ação, sendo este o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador. Dessa forma, abaixo deste valor, os danos são improváveis (FUNDACENTRO, 2001).

Entretanto, salienta-se a peneira vibratória, disposta no laboratório de operações unitárias apresentou medidas de ruído (Tabela 3) acima do limite de tolerância fixado pelas legislações vigentes (85 dB) (BRASIL,1978). No caso do agitador mecânico e da peneira vibratória, dispostos no laboratório de solos (Tabela 6), por sua vez, ultrapassaram o nível de ação. Para tais ocorridos se pode calcular o efeito combinado com o intuito de averiguar se na exposição concomitante dos equipamentos há a possibilidade de ultrapassar o limite de tolerância ou o nível de

ação para a jornada de trabalho. Para o cálculo se fez necessária a coleta de dados referentes ao tempo de exposição aproximado aos níveis de ruído gerados pelos equipamentos avaliados que podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Tempo de exposição aproximado a níveis de ruídos gerados pelos equipamentos avaliados

Equipamento	Tempo de exposição dos técnicos e estagiários	Tempo de exposição do corpo docente
Capela de exaustão	20 minutos	50 a 250
Banho maria com agitação	50 minutos	50 minutos
Bomba de vácuo	30 minutos	30 minutos
Peneira vibratória	Não há exposição	10 minutos
Agitador mecânico	Não há exposição	10 a 250 minutos
Centrífuga	30 minutos	30 minutos
Evaporador rotativo	15 minutos	Não há exposição
Banho ultrassom	60 minutos	50 a 250 minutos

Fonte: Aatoria própria (2021)

O método dos efeitos combinados, disposto na Norma de Higiene Ocupacional 01 da Fundacentro (FUNDACENTRO, 2001) e na NR 15 Anexo 01 (BRASIL, 1978), contempla a somatória das frações do tempo total diário que o trabalhador fica exposto ao nível de ruído específico, pelo tempo máximo diário permissível a este nível. Tendo em vista que os valores máximos e de tempo máximo permitido são diferentes entre as normas, optou-se pela Norma de Higiene Ocupacional 01, uma vez que esta é mais crítica ao ser considerado o fator de dobra 3.

O corpo docente realiza atividades nos laboratórios de solos e operações unitárias, principalmente durante as aulas práticas estabelecidas no semestre letivo. A utilização das peneiras vibratórias, que tiveram o maior nível de pressão sonora (Tabelas 3 e 6), ocorre uma vez por semestre durante as práticas de peneiramento, gerando uma exposição habitual durante duas semanas por ano. A exposição é diluída no decorrer da jornada laboral o que pode ser constatado através da observação do resultado dos cálculos dos efeitos combinados por resultarem em valores menores que meia unidade, significando que não foi ultrapassado o nível de ação na dose diária dos professores.

Técnicos e estagiários não têm exposição significativa ao referido agente físico, pois nenhum equipamento ou ferramenta operada ultrapassam o nível de

ação da avaliação instantânea. Algumas quantificações não foram possíveis de serem avaliadas com exatidão pois apresentaram nível de pressão sonora abaixo de 65 dB (valores indicados como N.D. nas Tabelas 2 a 8), que representa o limiar de integração do aparelho utilizado (limite de integração).

No cenário identificado nos ambientes de trabalho com conexão a agentes físicos de risco, conclui-se que apenas o agente ruído apresentava perigo nos postos de trabalho analisados. Os resultados das avaliações quantitativas foram baixos, influenciados pelo tempo de exposição no cálculo dos efeitos combinados.

Não há indicativo de enquadramento para nenhum critério em desacordo com a legislação brasileira. Há uma convergência entre as normas quanto ao limite de tolerância de 85 dB para a jornada de trabalho, que não foi ultrapassado para a realidade do corpo docente, técnicos e estagiários, sendo um ambiente salubre no que tange esse parâmetro, não contemplador de aposentadoria especial e impossibilitado de gerar perda auditiva aos usuários a partir dos equipamentos avaliados.

Todavia, a possibilidade de enclausuramento das peneiras devem ser levadas em consideração, uma vez que o ruído emitido gera desconforto aos usuários que no ambiente laboral praticam pesquisas de extensão.

4.3 Riscos biológicos, ergonômicos e de acidente

Na continuidade da análise de riscos e perigos depara-se com os riscos biológicos, que são definidos pelo contato direto ou indireto com microrganismos capazes de gerar doenças. Conforme foi averiguado, durante inspeção *in loco* nos laboratórios de bioprocessos e biologia, há ausência de microrganismos com aptidão dolosa, não sendo representativos os riscos biológicos. Em algumas pesquisas científicas eventuais são manuseados agentes biológicos de risco como células humanas e de animais para estudos de caráter mutagênico e carcinogênico. Porém, as formas de manuseio e procedimentos de segurança empregados pelos usuários não fazem com que este seja um agente de risco relevante aos ambientes laboratoriais avaliados, pois não é observado meio de contato direto ou indireto com os microrganismos.

Durante a realização do estudo, observou-se a preocupação com a possibilidade de risco biológico relativo à contaminação por Covid-19, com várias medidas sanitárias sendo tomadas pela instituição. Dentre elas, a disposição de recipientes com álcool em gel, aferição de temperatura dos usuários, distanciamento físico nos ambientes laboratoriais, higienização frequente dos utensílios, uso de máscaras, ventilação natural dos ambientes, entre outras medidas. Entretanto, não foi possível a abordagem aprofundada desse risco, visto que além de ser algo pontual inerente ao momento de pandemia, não haveria possibilidade de testagem dos usuários e identificação da real possibilidade de risco.

Na perspectiva de riscos ergonômicos, divididos em movimentação manual de carga, movimentos repetitivos, posturais e psicossociais, não é possível a aplicação dos métodos relacionados pela variedade de atividades realizadas e pouca duração das mesmas. O tempo de duração de uma atividade é parâmetro para os métodos RULA (postural) (MCATAMNEY et al., 1993), Moore e Garg (movimentos repetitivos) (MOORE; GARG, 1995) e NIOSH (carga) (WATERS et al., 1994), apurando-se a partir desses métodos o diagnóstico quanto à gravidade da exposição aos riscos ergonômicos. Na impossibilidade da determinação dos parâmetros para a realidade das atividades observadas, conclui-se como riscos ergonômicos aceitáveis.

Em relação a riscos de acidentes várias observações realizadas indicam que os ambientes laboratoriais avaliados podem se encontrar em um quadro de alerta. Dentre os pontos levantados durante as visitas realizadas, pode-se citar a possibilidade e ocorrências prévias de cortes com vidrarias. Nesse caso, apresenta-se como uma situação de difícil resolução, uma vez que não há possibilidade de trocar o vidro por outro material devido à reação com alguns agentes, esterilização, entre outros pontos, bem como algumas situações apresenta-se a impossibilidade da utilização de EPIs ao manusear os objetos como béquer, erlenmeyer, tubos de ensaio, entre outros. A solução se apresenta em forma de cuidado e atenção, podendo ser efetivada por meio da instrução para os usuários e destinação adequada de vidrarias quebradas, diferente do observado na Figura 3.

Figura 3 – Vidraria quebrada no laboratório de química



Fonte: Aatoria própria (2021)

Além disso, o armazenamento de produtos químicos para usos específicos em locais inapropriados também se apresenta como fator de risco. Muitos usuários costumam armazenar em seus armários individuais os reagentes que estão utilizando temporariamente em suas atividades. Entretanto, o armazenamento pode durar meses, estar sujeito a situações de falta de ventilação adequada e controle de temperatura, bem como haver incompatibilidade de substâncias em um mesmo local. Dessa forma, podem ser gerados riscos relativos a incêndios e reações químicas perigosas em caso de contato. O recomendado pela instituição é o armazenamento em armários apenas de soluções diluídas, devendo os reagentes químicos em sua forma original serem armazenados em almoxarifado, em que são assegurados os pontos de controle supracitados, sendo minimizados os riscos inerentes.

Pode ser reportado ainda o risco de acidentes relativo ao descarte de agentes químicos após sua utilização que sejam considerados resíduos perigosos. Os principais riscos de acidentes são relativos à possibilidade de reações indevidas, devido a mistura dos produtos dispostos nos recipientes de armazenamento de resíduos, as quais podem ter a geração de calor, promover respingos e borbulhamento. Consequentemente, o usuário que está realizando o descarte pode ferir olhos, rosto, mãos e braços. Os tonéis se encontram disponíveis em todos os laboratórios e a prática é semelhante nos diferentes ambientes avaliados (Figura 4). Acredita-se que esse risco pode ser eliminado com a combinação de instruções específicas aos usuários, estudo detalhado das reações possíveis, melhor

identificação dos tonéis, entre outras medidas, como a elaboração de um manual de orientação de descarte de resíduos perigosos. Ademais, esse risco de acidente pode ser minimizado pelo uso de EPIs por parte dos usuários, como luva nitrílica longa, óculos e jaleco ao realizar o despejo nos recipientes. A utilização de EPIs básicos é inclusive uma exigência da instituição para permanência nos ambientes laboratoriais, conforme evidenciado na Figura 5.

Figura 4 – Tonéis de descarte de agentes utilizados



Fonte: Autoria própria (2021)

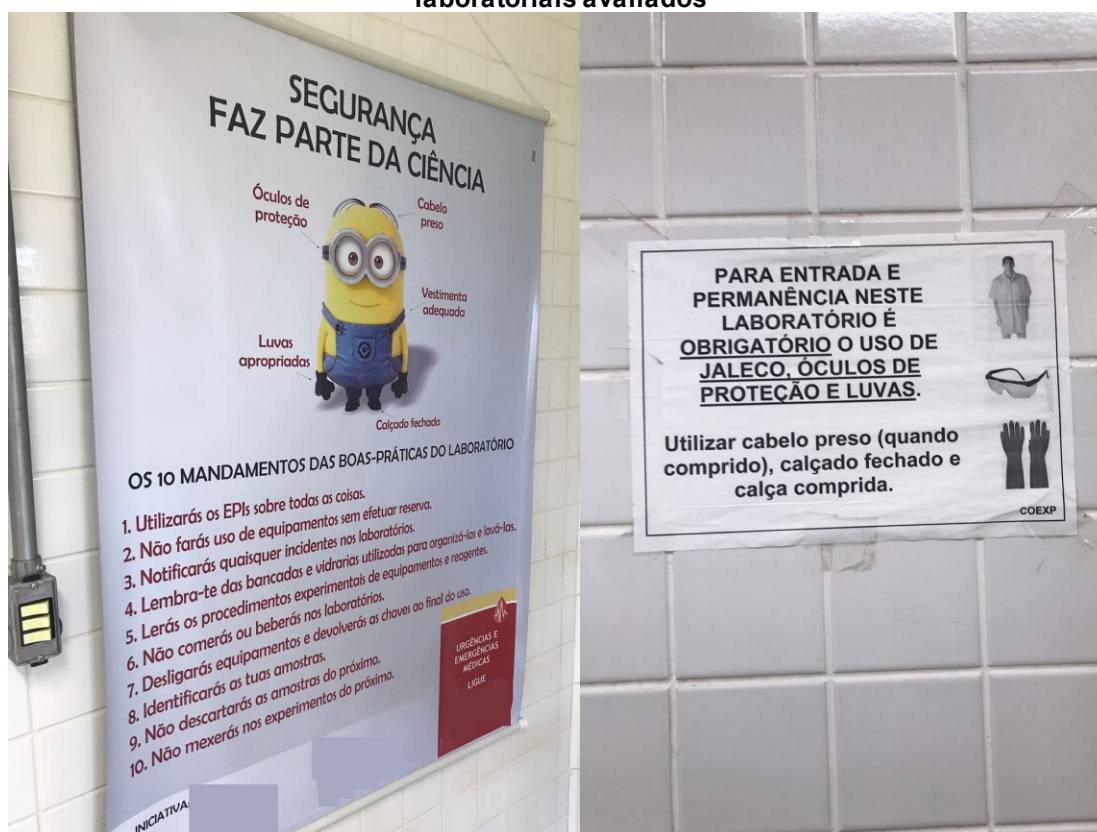
Relativa à possibilidade de risco de acidentes, tem-se ainda o manuseio de equipamentos que envolvem a operação em altas temperaturas, como estufas de secagem e muflas. Nesses casos, o risco principal está associado a queimaduras, principalmente dos antebraços, durante a disposição ou retirada de amostras nesses equipamentos. Como forma de minimizar esse risco, o usuário deve utilizar luva de couro apropriada e pinças específicas para tal operação. Foi constatado que na maioria dos laboratórios, há a presença de luvas adequadas e pinças ao lado desses equipamentos, cabendo ao usuário a consciência da necessidade de utilização. O que foi observado é que muitas vezes os usuários por falta de treinamento apropriado ou por imperícia não realizam o procedimento de forma adequada, estando sujeitos a queimaduras graves em caso de acidente.

O risco de acidentes pode estar associado ainda a utilização concomitante de diferentes substâncias químicas que promovem aquecimento e formação de gases, podendo maximizar a chance de risco se não forem adotados os procedimentos adequados. Um exemplo, trata-se da realização da análise de demanda química de oxigênio (DQO). Nessa análise, frequentemente realizada por

diversos usuários em vários dos laboratórios analisados, tem-se a utilização do ácido sulfúrico concentrado e outras substâncias que ao serem misturadas promovem aquecimento, além de a análise ser realizada em um bloco digestor a 150 °C. Ao ser realizada a homogeneização das amostras de forma incorreta, houve relatos do risco de ocorrência de o respingo dessas substâncias no rosto do usuário, ou ainda do tubo de vidro estourar.

Evidências demonstram preocupação e cuidado em todos os laboratórios, com a disposição de informes relacionados à segurança do trabalho fixos em paredes e portas, exigindo o uso de EPIs, trazendo instruções de boas práticas de laboratório para operações seguras e orientando como proceder em caso de acidentes.

Figura 5 – Orientações gerais e relativas ao uso de EPIs dispostas em todos os ambientes laboratoriais avaliados



Fonte: Autoria própria (2021)

Todos os laboratórios analisados portam chuveiros e lava olhos (Figura 6) em boas condições de operação, itens imprescindíveis para a rápida ação no caso de acidentes com agentes químicos.

Figura 6 – Disposição de chuveiros e lava olhos nos laboratórios



Fonte: Autoria própria (2021)

Concomitante ao levantamento realizado, conclui-se que os riscos de acidentes factíveis nos recintos analisados podem ser sanados com orientações específicas e técnicas aos usuários. Entretanto, há também necessidade de conscientização dos mesmos para o cumprimento de medidas de segurança exigidas pela instituição e para que as atividades não sejam realizadas com imperícia, o que coloca não apenas o referido usuário em risco, mas também os demais colegas presentes no ambiente.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como os riscos ocupacionais se inserem em laboratórios de uma universidade pública no sudoeste do Paraná. Além disso, permitiu uma pesquisa *in loco* para averiguar a consistência da segurança do trabalho nos locais analisados.

Ao realizar o levantamento de agentes químicos, notou-se a variedade de substâncias utilizadas durante a jornada laboral diária. Foi calculado o volume máximo permissível para os agentes encontrados, de modo que se garantida a utilização máxima diária, propicia-se a manutenção de um ambiente controlado e aceitável. Sendo assim, os trabalhadores não teriam direito aos adicionais de insalubridade e aposentadoria especial, devendo estes ter cuidado com a manipulação de agentes absorvidos pela pele e com notação de possíveis cancerígenos. A pesquisa aponta que a utilização de EPIs e EPCs é essencial durante o manuseio dos agentes químicos, o que muitas vezes não é seguido pelos usuários.

As quantificações do agente físico ruído mostram o panorama da exposição aos níveis de pressão sonora concomitantes com a rotina dos trabalhadores, sendo possível analisar o método dos efeitos combinados em dois laboratórios que apresentaram níveis acima de 80dB. Tais exposições, por conta do tempo de utilização das ferramentas e baixos resultados encontrados, foram consideradas aceitáveis e salubres, não sendo necessária a inserção de medidas preventivas ou corretivas.

Dada a importância do assunto, torna-se necessário o desenvolvimento de formas de prevenir acidentes nos locais avaliados. Ocorrências como cortes, queimaduras, respingos e reações indesejadas foram identificados como riscos recorrentes e podem ser evitados com conscientização dos usuários e o uso adequado de equipamentos de proteção individuais como luvas e óculos de proteção.

Nesse sentido, o levantamento de riscos ocupacionais nos laboratórios permite a tomada de decisão e implantação de medidas preventivas de forma que os usuários que realizarem suas atividades nesses ambientes, as façam de forma mais eficiente e segura. Além disso, sugere-se que os ambientes laborais avaliados

cumprem o que preconiza a legislação brasileira trabalhista e previdenciária, além do cuidado exigido pelas normas internacionais.

Buscando aprimorar o trabalho desenvolvido, que foi prejudicado pela pandemia assolada, sugere-se que seja realizado no futuro o desenvolvimento efetivo do programa de geração de riscos e entrevista detalhada junto aos usuários referente à percepção dos mesmos nos aspectos de saúde e segurança nos ambientes laborais.

REFERÊNCIAS

ACGIH – ASSOCIATION ADVANCING OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH. **Threshold Limit Values (LTVs) and Biological Exposure Indices (BEIs)**.

Editora: ABHO, 2020.

_____. **Threshold Limit Values (LTVs) and Biological Exposure Indices (BEIs)**.

Editora: ABHO, 2021.

ALVES, Alice dos Santos. **Estudo dos agentes de risco ocupacional e seus prováveis agravos à saúde humana**. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares. São Paulo, 2015.

ATLAS. MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança do Trabalho**. 50.ed. São Paulo: ATLAS, 2000.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do trabalho guia prático e didático**. Editora: Saraiva, 2018.

BATISTA, N. O. **Estudo de caso de produtos químicos associados a segurança do trabalho em laboratórios de saneamento**. Revista Produção Industrial e Serviços, v. 06, n. 01, 2019.

BARROS, A. M. **Curso de direito do trabalho**. Editora: LTr, 2016.

BRASIL. Portaria nº6.730, de 09 de março de 2020. Aprova a nova relação da Norma Regulamentadora nº 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. 2020a.

BRASIL. Lista nacional de agentes cancerígenos para humanos. Brasília, 2013.

_____. Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943. **Consolidação das Leis do Trabalho**. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Vade Mecum, São Paulo: Saraiva, 2020b.

_____. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Brasília, 22 dez. 1977.

_____. Decreto 3048, de 06 de maio de 1999. Aprova o regulamento da Previdência Social. Brasília, 06 mai. 1999.

_____. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, 08 jun. 1978.

_____. Portaria nº 3.311, de 29 de novembro de 1989. Estabelece os princípios norteadores do programa de desenvolvimento do Sistema Federal de inspeção do Trabalho e dá outras providências. Brasília, 29 nov. 1989.

CENTURIÃO, T. C. **Melhorias técnicas aplicadas à segurança do trabalho: case do laboratório do IPH/UFRGS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

CIPRIANO, P. M. O. **Análise e avaliação de riscos para a segurança e saúde do trabalho num laboratório de investigação e desenvolvimento**. Universidade Nova de Lisboa, 2014.

CRQ IV – CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV REGIÃO (SP-MS). **Guia de laboratório para o ensino de química**. São Paulo, 2012.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – Procedimento técnico – Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. São Paulo, 2001.

KARAPANTSIOS, T. D.; BOUTSKOU E. I.; TOULIOPOULOU, E.; MAVORS, P. **Evaluation of chemical laboratory safety based on student comprehension of chemicals labelling**. Education for Chemical Engineers, v. 3, n. 1, p. e66-e73, 2008.

KATO, M.; GARCIA, E.; WUNSCH FILHO, V. **Exposições a agentes químicos e a saúde do trabalhador**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 2007.

LIMA, V. E.; SOUSA, A. A. P.; LARANJEIRA, E.; BORBA, J. F. S. **Engenharia de segurança no trabalho: avaliação dos laboratórios químicos científicos**. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2018.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e segurança do trabalho**. Editora: GEN LTC, 2011.

MCATAMNEY, L; CORLETT, E. N. RULA: **A survey method for the investigation of world-related upper limb disorders**. Applied Ergonomics. Nottingham, 1993

MOORE, J. S.; GARG, A. **The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders**. American Industrial Hygiene Association Journal, 1995.

MOREIRA, L. C.; VAZ JUNIOR, C. A. **Rumos para o ensino de segurança de processos nos cursos de graduação de engenharia química no Brasil**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2015.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do trabalho**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Rede e-tec Brasil, Sistema escola técnica aberta do Brasil, 2010.

PENTEADO, José Marcelo; TEREZA, Samuel Domiciano. **INTERPRETANDO AS NORMAS NR1 E NR9**. Londrina: Instituto Imersão, 2020.

RANGEL, S. V. D.; SILVA, M. B. C.; RANGEL, L. A. D.; SOARES, R. A. R. **Segurança em práticas de ensino em Laboratórios de Engenharia**. Revista Práxis, ano VI, nº 12, 2014.

TALHAFERRO, B.; BARBOZA, D. B.; OLIVEIRA, A. R. **Adesão ao uso dos equipamentos de proteção individual pela enfermagem.** Revista Ciência Médica, v. 17, n. 3-6, p. 157-166, 2008.

WATERS, T.R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A. **Applications Manual For The Revised Niosh Lifting Equation.** U.S., Department of Health And Human Service, 1994

WHO, World Health Organization. **Reducing risks, promoting healthy life.** The world health report 2002, 2002.