

ENGENHARIA DE SEGURANÇA NO TRABALHO: AVALIAÇÃO DOS LABORATÓRIOS QUÍMICOS CIENTÍFICOS

Verônica Evangelista de Lima¹
Antônio Augusto Pereira de Sousa²
Edilane Laranjeira³
Joellyson Ferreira da Silva Borba⁴

RESUMO

Os laboratórios científicos de ministração de aulas experimentais ou pesquisa em química são percebidos como locais essencialmente perigosos. A alocação de equipamentos, insumos e produtos capazes de provocar agravos à saúde, caracteriza a condição insalubre de tais ambientes. Ademais, nos laboratórios científicos são realizadas diversas e complexas atividades, nas quais se somam operações com força mecânica, ruídos, calor, vibrações, radiações, produtos químicos e tantas outras condições que tornam a avaliação de cada ambiente particular e única. Diante desse contexto, foi objetivo desse trabalho aplicar ferramentas de diagnóstico dos aspectos gerais da segurança do trabalhador com fins de identificação de perigos, avaliação de riscos e sugestão de boas práticas de segurança nos laboratórios químicos acadêmicos de uma Instituição de Ensino Superior localizada na cidade de Campina Grande-PB. Foi utilizada uma metodologia de avaliação de risco semiquantitativa, aplicando o método de matriz simples de Somerville para determinação dos riscos de vários tipos: físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e de acidentes. Os resultados indicaram que as condições de segurança nos laboratórios são críticas, sendo urgente iniciar ações para melhoria do ambiente de trabalho, não somente para atender as exigências legais evitando multas e sanções decorrentes de irregularidades, mas como condição maior de atendimento ao princípio de proteção da pessoa humana.

Palavras-chave: Avaliação de risco. Laboratórios químicos. Segurança do trabalho.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a segurança do trabalhador não tem sido um item de destaque nas Instituições de Ensino. Notadamente, no que se refere aos laboratórios químicos científicos ou de ensino experimental, é fato comum que muitos usuários desconheçam ou optem por desconsiderar os riscos associados às atividades desenvolvidas e permaneçam durante todo o período de uso das instalações e/ou equipamentos sem a devida proteção. O quadro geral envolve também uma miscelânea de situações (corriqueiras ou esporádicas) promovidas por pessoas com formação, atribuições e interesses distintos (professores, técnicos, estudantes,

¹ Professora Doutora da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, veronica.dq.uepb@gmail.com;

² Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, aauepb@gmail.com;

³ Professora Doutora da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, edilane.uepb@gmail.com;

⁴ Graduando em Licenciatura em Química- Universidade estadual da Paraíba- UEPB. joellysonuepb@gmail.com

pesquisadores), o que torna o ambiente de laboratório um local de complexo gerenciamento. Toda a conjuntura, portanto, torna-se propícia para a ocorrência de acidentes.

O trabalho em condições inseguras gera, não raras vezes, agravos à saúde em ocasião imediata ou posterior ao labor, produzindo deficiência, disfunção ou incapacidade para o desempenho da atividade laboral. Tais eventos podem afastar provisória ou definitivamente o profissional das suas funções, com perda do capital intelectual e acréscimo de custos financeiros para sua substituição.

Em outro aspecto, a ocorrência de acidentes concorre para prejuízos materiais com perda dos insumos, danos ao patrimônio físico (perda de equipamentos, quebra de vidrarias, necessidade de reparos no ambiente, entre outros), além de impor a repetição da atividade (retrabalho), com conseqüente uso de mais insumos e geração de mais resíduos, representando também um maior impacto ambiental.

Embora haja reflexos positivos sobre todos os setores da atividade laboral, a motivação maior para o estabelecimento de uma cultura prevencionista é a integridade humana. O capital humano especializado é o maior bem existente nas Instituições de Ensino. Nesse aspecto, a aplicação de ações em segurança do trabalho aos laboratórios químicos científicos vem a contribuir significativamente para a proteção da integridade humana, com a diminuição dos riscos de acidentes, dos afastamentos por problemas de saúde e das reclamações trabalhistas (impactos socioeconômicos positivos) além de proporcionar o aperfeiçoamento de técnicas e práticas químicas mais seguras (impactos técnico-científicos positivos). Adicionalmente, a inibição do retrabalho pela incorporação das boas práticas químicas de segurança, conduz à redução quantitativa e qualitativa de poluentes o que representa uma diminuição do impacto ambiental causado pelos ensaios experimentais.

É objetivo dessa proposta, realizar um estudo de caso nos laboratórios químicos científicos de uma Instituição Pública de Ensino Superior, aplicando ferramentas para diagnóstico dos aspectos gerais da segurança do trabalhador com fins de identificação de perigos, avaliação de riscos e estabelecimento de boas práticas de segurança química.

Breve histórico da Segurança do Trabalho

O histórico da preocupação com a saúde e segurança do trabalhador remonta às civilizações antigas. Há relatos de que Aristóteles, Hipócrates, Paracelso e outros já, na sua época, propuseram correlações entre a atividade laboral e as doenças observadas nos trabalhadores (WALDHELM, 2012).

A partir da Revolução Industrial (1760) a massiva participação de trabalhadores nos processos produtivos evidenciou a necessidade do estabelecimento de medidas protetivas. As primeiras ações legais no sentido de proteger o trabalhador foram empreendidas na Inglaterra por volta de 1802.

No Brasil, a história da segurança do trabalho é bem mais recente. O respaldo legal somente foi aperfeiçoado em 1943 com a aprovação da Consolidação das Leis Trabalhistas - CLT, instrumento jurídico que veio a ser prática efetiva de prevenção no Brasil.

Outras ações fortaleceram a obrigatoriedade de segurança nas atividades produtivas, com destaque para a criação das Normas Regulamentadoras - NRs, aprovadas pela portaria 3214 de 08/06/1978 do Ministério do Trabalho – MTb (SZABÓ JÚNIOR, 2015).

As Normas Regulamentadoras (NRs) são disposições complementares ao capítulo V da CLT, consistindo 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. A elaboração/revisão das NR é realizada pelo Ministério do Trabalho adotando o sistema tripartite paritário por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de empregados (BRASIL, 2018).

Embora o principal foco legal esteja voltado às empresas privadas, as empresas públicas não estão isentas de sofrerem sanções por agravos cometidos contra os seus empregados em decorrência do exercício das funções laborais. Com clareza, a NR 1, assim versa no item 1.1:

1.1 As normas Regulamentadoras – NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (BRASIL, MTb, 2009).

Nesse contexto, inserem-se as Instituições de Ensino Superior (IES). Ainda que tenham como principal função o ensino, não se podem desconhecer as atividades diversas que são desenvolvidas, com complexidades e riscos variáveis, bem como a grande quantidade de pessoas que usa os espaços desses estabelecimentos (BRANDALIZE, 2013).

Os laboratórios científicos e a segurança do trabalhador

É plausível considerar, por analogia, as IES como empresas, visto que são compostas por um conjunto de estabelecimentos de que se utiliza o empregador para atingir seus

objetivos. Seguindo essa definição dada pelo item 1.6 da NR 1, cada laboratório representa um estabelecimento. Portanto, para todos os efeitos legais, a Instituição, pública ou privada, é responsável por qualquer evento que ocorra dentro dos seus domínios.

Os laboratórios científicos de ministração de aulas experimentais ou pesquisa em química são percebidos como locais essencialmente perigosos. A alocação de equipamentos, insumos e produtos capazes de provocar agravos à saúde, caracteriza a condição insalubre de tais ambientes. Ademais, nos laboratórios científicos são realizadas diversas e complexas atividades, nas quais se somam operações com força mecânica, ruídos, calor, vibrações, radiações, produtos químicos e tantas outras condições que tornam a avaliação de cada ambiente particular e única (CRQ IV, 2012). Os profissionais que utilizam esses ambientes estão continuamente expostos a riscos e, se medidas preventivas não forem implantadas ou forem negligenciadas, ocorrerão situações capazes de contribuir para lesões e danos irreversíveis à saúde (TEIXEIRA; VALLE, 2010).

Ainda há pouca ênfase e vaga documentação sobre os acidentes não letais ocorridos em laboratórios científicos nas Instituições de Ensino públicas. Normalmente os agravos à saúde pelo exercício da atividade em exposição contínua a condições insalubres vão sendo desconsiderados e culminam em doenças ao final da carreira do professor pesquisador ou do técnico químico. Os equipamentos de proteção coletiva são insuficientes ou negligenciados, bem como os equipamentos de proteção individual que, caso comum, não são fornecidos pelas instituições públicas ou são preteridos pela falta de cultura de autopreservação do profissional.

Como relata Carvalho (2013), a cultura de consciência de segurança engloba responsabilidade, organização do ambiente de trabalho, planejamento das atividades e a conduta do profissional. Logo, ações de sensibilização para a autoproteção são imprescindíveis ao sucesso das medidas preventivas.

A aplicação das normas implica considerar todos os potenciais fatores de agravo, o que significa verificar os riscos de vários tipos: químicos, físicos, biológicos e mecânicos. Cabe também a investigação dos perigos referentes às instalações do laboratório e os possíveis impactos ambientais dos agentes quando da ocorrência de transporte de um local a outro ou extravasamento para o meio ambiente (ABIQUIM, 2011).

Embora a temática seja muito ampla, iniciar ações para melhoria das condições de segurança nos laboratórios é um fator crítico, não somente para atender as exigências legais, evitando multas e sanções decorrentes de irregularidades, mas como condição maior de atendimento ao princípio de proteção da pessoa humana.

Avaliação de riscos

Alguns conceitos são de extrema relevância para o entendimento das abordagens relacionadas à segurança do trabalho. Inicialmente é necessária a distinção clara entre risco e perigo. Segundo definido por Ruppenthal (2013) o conceito de perigo se refere às fontes físicas ou condições com potencial de provocar lesão, doença ou danos materiais, ambientais ou combinação desses. Um risco é a possibilidade, elevada ou reduzida, de alguém sofrer danos provocados pelo perigo (OIRA, 2018). O risco representa a probabilidade de ocorrência de consequências indesejáveis.

Assim, as normas de trabalho, os procedimentos sistematizados, os requisitos legais ou normativos, as boas práticas, visam coibir os desvios, ou seja, inibir as ações ou condições com potencial para conduzir a danos pessoais ou de qualquer outra espécie. A combinação de perigos com desvios normalmente são os causadores de acidentes.

A categorização de riscos em classes, com cores indicativas características, foi inicialmente apresentada em anexo da Portaria nº 25, dezembro/1994, como parte da NR5. Com a atualização da NR5, em 2011, a tabela de classificação foi removida do documento, mas a padronização de cores permaneceu em uso. No texto da NR9, consideram-se os riscos ambientais aqueles promovidos por 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 do trabalhador. Embora na NR9 sejam citados apenas esses três tipos de riscos, a avaliação a classificação mais abrangente leva em consideração cinco possíveis riscos ocupacionais, conforme se observa no Quadro 1.

A avaliação de riscos é o processo qualitativo e/ou quantitativo de verificação sistemático do ambiente e das condições laborais, visando identificar os riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. É uma análise minuciosa de todos os aspectos relacionados com o trabalho, identificando os perigos existentes na unidade, a possibilidade de eliminação das fontes de perigo e as medidas de prevenção ou proteção para controlar os riscos (OIRA, 2018).

A análise de riscos é o passo inicial para o desenvolvimento de ações que contribuam para trazer mais segurança ao ambiente de trabalho, além de servir de base para outros documentos e programas de segurança do trabalho.

Quadro 1 – Classificação dos riscos ocupacionais.

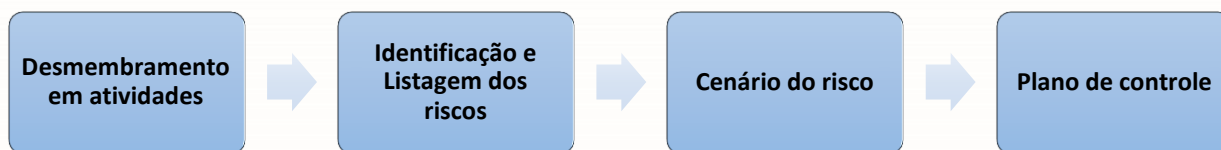
RISCOS OCUPACIONAIS	
GRUPO 1 VERDE	Diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.
Riscos Físicos	
GRUPO 2 VERMELHO	Substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.
Riscos Químicos	
GRUPO 3 MARROM	Riscos oferecidos por diversos tipos de micro-organismos que possam infectar o indivíduo por vias respiratórias, contato com a pele ou ingestão. Agentes biológicos: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.
Riscos Biológicos	
GRUPO 4 AMARELO	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 causadoras de stress físico e/ou psíquico.
Riscos Ergonômicos	
GRUPO 5 AZUL	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.
Riscos de Acidentes	

Fonte: Normas regulamentadoras: NR5, NR9, NR17 (BRASIL, 2018).

Conforme explicado por Waldhelm Neto (2015), o completo levantamento dos riscos determina as medidas preventivas ou corretivas que nortearão o Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (PPRA), o Programa de controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), o Programa de Conservação Auditiva (PCA) e o Programa de Proteção Respiratória (PPR). Além desses, o fornecimento adequado dos EPIs (equipamento de proteção individual) pressupõe o conhecimento dos riscos e situações que poderiam ocasionar acidentes e doenças reais.

A realização da análise de riscos deve envolver todas as pessoas que tenham relação direta com o ambiente avaliado, bem como os gestores (INBEP, 2017). O processo de verificação pode ser resumido em quatro etapas, esquematizadas na Figura 1

Figura 1 – Fluxograma para o desenvolvimento de uma análise de riscos.



Fonte: própria, 2018.

A fase inicial consiste na observação de todas as tarefas realizadas no ambiente em foco. O trabalho global precisa ser desmembrado em várias atividades. Cada atividade deve ser observada in loco ou pode ser obtida uma descrição pormenorizada da sua execução a partir dos próprios trabalhadores. É importante notar a frequência de ocorrência de todos os eventos desenvolvidos no ambiente listando, inclusive, as atividades não corriqueiras e as intermitentes.

Na sequência, busca-se a identificação das fontes e listagem dos riscos inerentes a cada atividade. Nessa etapa, pode-se levantar uma série de questionamentos sobre a atividade laboral, do tipo: “O que pode dar errado?”, “Como poderia dar errado?”, “Quais os fatores desencadeantes do erro?”, “Quais as consequências?”, “Qual a probabilidade de acontecer o erro?”.

A terceira fase corresponde à descrição do risco, organizando de forma consistente as informações coletadas para definir as medidas de controle de modo mais fidedigno. O cenário de risco deve reunir informações sobre o ambiente, incidência de exposição ao risco, fatores que predispõem ou contribuem para o risco, resultados e consequências do dano provocado pelo risco. Observar também se existe legislação sobre os riscos existentes no trabalho.

A etapa final pressupõe o estabelecimento de medidas de controle de cada risco identificado por meio da criação de um plano de ação. A culminância desse processo é a implantação de um plano de gerenciamento de riscos, de modo que nenhum risco identificado conduza a um acidente ou doença do trabalho (MIRANDA JR.; CUTRIM, 2013). É consenso que as ações de intervenção sigam a seguinte escala de prioridade: 1) Eliminação e/ou substituição da fonte de risco; 2) Modificação do ambiente para que o risco seja eliminado ou reduzido (reengenharia); 3) Modificação das práticas laborais para reduzir os riscos (controle administrativo); 4) Fornecimento dos EPIs adequados à cada trabalhador, instruídos por meio de treinamentos e monitorados quanto ao uso correto.

Ruppenthal (2013) enfatiza que mesmo diante da identificação e estabelecimento de medidas de controle dos riscos, ainda persistirá a possibilidade de falha por fatores humanos, visto que a percepção da realidade e interpretação de situações é particular a cada indivíduo. Ressalte-se, portanto, a importância da comunicação, capacitação e treinamento contínuos para o sucesso das medidas administrativas e organizacionais. O desenvolvimento de uma cultura prevencionista é a chave para que as pessoas tenham um comportamento de priorização da segurança dentro e fora da empresa.

Métodos de avaliação de riscos – matriz simples de Somerville

Embora haja uma exigência legal de identificação dos riscos laborais, não existem regras estabelecidas quanto à metodologia de avaliação que deve ser aplicada, ficando à critério de cada empresa a utilização do método que lhe convier (CARVALHO; MELO, 2008). É consenso, porém, que dois princípios devem ser observados: a identificação de todos os perigos e respectivos riscos, mesmo os inerentes às tarefas realizadas esporadicamente ou fora do horário normal de trabalho e, sendo o risco identificado, verificar se esse pode ser eliminado pela remoção do perigo que o origina (CARVALHO, MELO, 2011).

Diante da necessidade de realizar avaliações de risco, muitas empresas se vêm sem ferramentas, recursos e experiência para avaliar os riscos quantitativamente. É prática comum a utilização de avaliações de natureza qualitativa (MAQI) ou de natureza semiquantitativa (MASqt), tais como as matrizes de risco (OZOG, 2009).

O Método de matriz simples Somerville é de natureza semiquantitativa que recorre ao uso de uma matriz de análise de risco composta por duas escalas de três níveis, para caracterizar a Gravidade (G) e a Probabilidade (P); conforme mostrado no Quadro 2. Para definir a prioridade de intervenção, aplica-se uma escala de índice de Risco (R), igualmente com 3 níveis, obtida a partir da correlação: $R = f(G \times P)$. No Quadro 3, podem ser conferidas as matrizes correspondentes a magnitude e índices de Risco.

Quadro 2 – Escalas de Probabilidade e Gravidade do método de Somerville.

GRAVIDADE (G)		PROBABILIDADE (P)	
A	Baixo	A	Baixo
B	Médio	B	Médio
C	Alto	C	Alto

Quadro 3 – Relação entre as variáveis Probabilidade e Gravidade para determinação do índice de Risco (R).

R = f (G x P)		PROBABILIDADE (P)			ÍNDICE DE RISCO (R)		
		A	B	C	1	2	3
GRAVIDADE (G)	A	1	1	2	BAIXO	MÉDIO	ALTO
	B	1	2	3			
	C	2	3	3			

A aplicação do método de matriz simples apresenta a vantagem de identificar as prioridades de intervenção através do reconhecimento dos principais riscos, com relativa simplicidade, ao passo em que sensibiliza os diferentes colaboradores em cada setor avaliado. Em contraponto, há a desvantagem da subjetividade associada aos descritores utilizados nas escalas de avaliação, o que torna o método fortemente dependente da experiência dos avaliadores.

METODOLOGIA

A abordagem desenvolvida para avaliação dos aspectos de segurança nos laboratórios químicos científicos pode ser classificada como um processo de pesquisa exploratória, com características de estudo de caso e avaliações semiquantitativas.

Os resultados foram obtidos através de percepções e análises realizadas nos laboratórios químicos de ensino experimental de uma universidade pública da cidade de Campina Grande-PB.

Inicialmente, foram realizadas visitas *in loco* para reconhecimento da estrutura física, mobiliário, equipamentos, produtos manuseados, produtos estocados, rotina de utilização e demais aspectos relacionados ao uso do ambiente.

Em todas as fases da verificação, os técnicos e demais usuários foram estimulados a colaborar com informações, apoio e sugestões, coletados por meio de entrevistas ou questionários. Com o escopo da literatura especializada e partindo-se das observações feitas quanto à função/ocupação de cada ambiente foi aplicada uma lista de verificações (*checklist*), de modo a obter um diagnóstico referente à identificação de perigos, à avaliação de riscos e à adequação dos locais aos padrões de segurança preconizados pelas NRs do Ministério do

Trabalho. A avaliação de riscos foi desenvolvida pelo método semiquantitativo de matriz simples de Somerville.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase inicial de reconhecimento foi documentada através de fotografias dos locais, recolhimento de depoimentos dos professores, técnicos e estudantes e preenchimento de formulários com informações específicas de cada laboratório.

Verificação do espaço físico e rotinas laboratoriais

De forma global, a estrutura de laboratórios conta com seis unidades nas quais são realizadas atividades corriqueiras de ensino experimental de química, com eventos esporádicos de pesquisa científica. As unidades estão instaladas em série, contendo uma única porta de acesso em cada laboratório que confluem para um corredor comum, no qual estão instalados extintores de incêndio e lava-olhos (Figura 2). Ao longo do corredor, há um desnível suprido por um lance de escadas de 5 degraus, sem corrimão de apoio. A entrada, saída e possível rota de fuga se fazem exclusivamente por essa via, embora exista um acesso intermediário, esse permanece sempre fechado por portões gradeados, trancados por cadeado.

Figura 2 – Vista frontal da série de laboratórios químicos.



Fonte: própria, 2018.

Os ambientes funcionam nos três turnos: manhã, tarde e noite, com predominância dos períodos matutino e noturno. A Tabela 1 lista o número de aulas semanais em cada

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

laboratório. A quantidade de usuários para cada ambiente foi estimada considerando o número médio de 8 alunos por turma, adicionando o número de professores, monitores e técnicos correspondentes. Não se tem um registro preciso da quantidade de pessoas que utilizam os espaços em atividades esporádicas de pesquisa científica.

Tabela 1- Ocupação dos laboratórios com aulas experimentais por semana.

SETOR	Nº de aulas semanais	Quantidade de usuários
Lab. Quím. Analítica qualitativa	7	60
Lab. Quím. Analítica quantitativa	8	68
Lab. Quím. Analítica Aplicada	2	17
Lab. Química Orgânica Experimental	10	87
Lab. Química Experimental	15	125
Química Inorgânica Experimental	5	43
Lab. Físico Química Experimental	11	93

Fonte: própria, 2018.

Constata-se que uma grande quantidade de pessoas, a maioria composta por aprendizes (estudantes), realiza nos ambientes avaliados atividades rotineiras de manuseio de reagentes, preparação de soluções, transformações por reações químicas, aquecimentos de substâncias químicas, operação de equipamentos e manuseio de vidrarias.

A rotina de cada laboratório foi acompanhada a partir da verificação das apostilas de aulas práticas. Pôde-se observar que inúmeros compostos químicos são regularmente manuseados nas aulas experimentais: álcalis, ácidos orgânicos e inorgânicos, sais de metais pesados, peróxidos e compostos orgânicos diversos. A presença de capelas de exaustão limita a incidência de gases nos ambientes de trabalho, entretanto a exaustão não é suficiente para remover todos os compostos voláteis. A ventilação oferecida pelas janelas é ineficiente e por vezes o ambiente fica totalmente tomado por uma nuvem de reagentes. Equipamentos de proteção individual (óculos e luvas) são fornecidos pela Instituição, mas não há exigência no uso. Outros itens de proteção são de responsabilidade do usuário e são de uso obrigatório: jaleco, calças em tecido jeans e sapato fechado. Não há treinamento, controle ou fiscalização do uso dos EPIs.

A multiplicidade de atividades confere aos efluentes de laboratório composição química variada e periculosidade considerável, ao passo em que também dificulta o descarte adequado e propostas de tratamento de baixo custo. Assim, cada laboratório dispõe de um

recipiente para contenção provisória dos resíduos líquidos. O material é recolhido semanalmente e recebido para descarte por uma empresa de coleta de resíduos perigosos.

Além da permanência do recipiente de descarte de efluentes, cada laboratório possui também grande quantidade de substâncias químicas estocadas como reagentes concentrados ou soluções em prateleiras para uso nas rotinas diárias. Esse material presente no ambiente inclui peróxidos, ácidos, bases e sais de metais pesados, muitos produtos tóxicos voláteis, corrosivos e inflamáveis.

A Figura 3 retrata uma visão parcial da parede de fundo de um dos laboratórios, no qual se destacam as janelas de abertura limitada, vidrarias e o recipiente de coleta de resíduos líquidos alocados bem próximos a uma fonte de calor (estufa). Na mesma sequência da bancada ilustrada, destacam-se vários materiais e alguns reagentes químicos concentrados (álcool, peróxido, ácido). A capela de exaustão, na extensão da imagem, também é ilustrada na qual se observa uma prateleira inferior contendo diversos reagentes químicos sólidos. A profusão de materiais, reagentes e equipamentos em posições não planejadas é característica marcante dos ambientes avaliados..

Figura 3 – Vista interna de um dos laboratórios de ensino experimental de química.



Fonte: própria, 2018.

Na vistoria realizada nos laboratórios não foram encontrados quaisquer documentos de suporte para segurança nas atividades desenvolvidas, tais como procedimentos operacionais padrões (POP) e Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Notou-se também a ausência de material para primeiros socorros e indicação de procedimentos de emergência, nome ou telefone de socorro em caso de ocorrência de acidentes.

Identificação e listagem dos riscos

Após a etapa de verificação, é necessária a fixação de medidas mitigadoras e preventivas de acidentes, que podem representar a interferência nos espaços físicos, a reorganização de rotinas ou mudanças de planejamento, com inserção de novos aspectos na cultura de trabalho.

Os principais riscos identificados nos laboratórios químicos da Instituição avaliada estão listados nos Quadros numerados de 4 a 8, separados por tipos de ocorrência, em associação com as fontes de risco e sugestões de medidas mitigadoras.

Do levantamento realizado, pôde-se verificar que inúmeros fatores de risco estão associados às atividades desempenhadas nos laboratórios acadêmicos. Ressalte-se que embora os riscos químicos sejam, evidentemente, os mais expressivos pela própria natureza das funções exercidas (manipulação de reagentes químicos), o arranjo físico inadequado é o componente mais agravante para que as condições de trabalho não atendam às exigências de segurança e bem estar. Em decorrência dos espaços limitados para realização das atividades e estreita área para circulação entre as bancadas de trabalho, qualquer tarefa feita dentro dos ambientes de laboratório está sujeita a esbarrões, com risco de acidentes com produtos químicos, risco de quebra de vidrarias e necessidade de permanência em posturas inadequadas. Associe-se a esse fato a quantidade de pessoas que trabalham em conjunto, normalmente 11 (9 alunos, 1 professor e 1 monitor). Logo, diante da impossibilidade de alteração da estrutura física dos laboratórios, a medida mais urgente é limitar o número de usuários ao mesmo tempo em atividade no ambiente.

Quadro 4 - Riscos FÍSICOS identificados nos laboratórios de ensino experimental de química.

	Fatores Ambientais	Tarefa	Perigo	Risco	Matriz Avaliação de risco			MEDIDAS PROPOSTAS	
					G	P	R		
FÍSICOS	RUÍDO	Preparação de soluções	Uso da capela de exaustão Excesso de conversas no ambiente interno ou externo ao laboratório.	Comprometimento auditivo, fadiga, estresse, cansaço. Dificuldade de entendimento das instruções.	B	B	2	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar manutenção corretiva do exaustor. • Uso de protetores auriculares. • Evitar conversas paralelas. 	
	ILUMINAÇÃO	Realização de ensaios experimentais	Iluminação insuficiente impede percepção adequada das variações nos experimentos Dificuldade de acompanhamento das instruções/ dificuldade de leitura dos rótulos de reagentes.	Desconforto óptico. Uso excessivo de reagentes. Uso de reagentes errados Retrabalho Estresse, cansaço, fadiga.	A	A	1	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar manutenção corretiva com troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED. • Redistribuir as fontes de iluminação. 	
	AMBIENTE TÉRMICO	Realização de experimentos com aquecimento	Uso de estufa, bico de gás, chapa de aquecimento ou forno mufla	Permanência prolongada em espaço fechado, sem ventilação. Fechamento de todas as janelas do laboratório.	Desconforto térmico; Estresse, cansaço, fadiga; Tontura, alteração da consciência, desmaios.	B	B	2	<ul style="list-style-type: none"> • Manter as janelas abertas durante as atividades. • Reunir as fontes de calor em bancadas específicas. • Aquisição e/ou manutenção dos sistemas de ventilação e climatização. • Seleção de períodos do dia mais adequados ao trabalho.
		Realização de pesagem na balança analítica				A	A	1	
RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES	Realização de ensaios	Câmara asséptica.		Queimaduras, lesões nos olhos, na pele e em outros órgãos.	C	C	3	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuir do tempo de permanência no ambiente. • Instalar película nos visores para diminuir a passagem de raios UV. 	

Fonte: própria, 2018.

Quadro 5 – Riscos QUÍMICOS identificados nos laboratórios de ensino experimental de química.

Fatores Ambientais		Tarefa	Perigo	Risco	Matriz Avaliação de risco			MEDIDAS PROPOSTAS
QUÍMICOS	Sólido	Preparação de soluções	Manipulação de reagentes concentrados	Intoxicação, queimaduras e dermatites.	G C	P A	R 2	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou modificar ensaios experimentais. • Instalar sistema de exaustão no ambiente. • Uso de capelas (exaustão) • Realizar aquecimentos dentro da capela. • Garantir a compatibilidade de produtos armazenados. • Fornecer, treinar e fiscalizar o uso de EPIs. • Manter os recipientes das soluções devidamente rotulados. • Disponibilizar as fichas de dados de segurança dos produtos químicos (FISPQ). • Fornecer, treinar e fiscalizar o uso de EPIs . • Remover o recipiente de descarte de resíduos para parte externa do laboratório. Realizar coleta semanal de resíduos.
	Gas	Preparação de soluções	Manipulação de reagentes voláteis.	Intoxicação por inalação, dificuldades respiratórias, agressão ao trato respiratório, sufocamento.	C	C	3	
		Ensaio com aquecimento	Manipulação de produtos químicos aquecidos		C	B	3	
		Armazenamento de produtos voláteis	Proximidade de produtos Incompatíveis Vazamento de reagentes para o ambiente Recipientes com rótulo irregular	Danos por explosão, intoxicação por inalação, dificuldades respiratórias, sufocamento.	B	A	1	
	Líquido	Preparação de soluções	Manipulação de reagentes concentrados	Queimaduras químicas, intoxicação, Dermatites e ferimentos.	C	C	3	
		Realização de ensaios experimentais	Medidas de quantidades erradas Uso de produtos com dosagens excessivas Uso de vidrarias inadequadas, quebra de vidrarias Ocorrência de reações químicas bruscas Derramamento de produtos na bancada		C	C	3	
		Descarte de resíduos	Incompatibilidades, com geração de compostos tóxicos por reações químicas não previstas.	Queimaduras químicas, inalação de produtos tóxicos, sufocamento.	B	A	1	

Fonte: própria, 2018.

Quadro 6 – Riscos BIOLÓGICOS identificados nos laboratórios de ensino experimental de química.

Fatores Ambientais		Tarefa	Perigo	Risco	Matriz Avaliação de risco			MEDIDAS PROPOSTAS
					G	P	R	
BIOLÓGICOS	BACTÉRIAS, FUNGOS E LEVEDURAS.	Realização de análises microbiológicas.	Manuseio de materiais contaminados por microrganismos	Doenças adquiridas por contaminação com microrganismos.	B	B	2	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuir o tempo de permanência no ambiente. • Realizar manutenção periódica dos sistemas de ventilação e climatização. • Fornecer, treinar e fiscalizar o uso de EPIs.
	VÍRUS E BACTÉRIAS	Participação em aulas experimentais	Convivência de muitas pessoas em um mesmo espaço limitado. Ambientes pequenos com pouca circulação de ar.	Aquisição de doenças infectocontagiosas.	A	C	2	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar a quantidade de pessoas em atividade ao mesmo tempo. • Manter as janelas abertas durante as atividades.

Fonte: própria, 2018.

Quadro 7 – Riscos ERGONÔMICOS identificados nos laboratórios de ensino experimental de química.

Fatores Ambientais		Tarefa	Perigo	Risco	Matriz Avaliação de risco			MEDIDAS PROPOSTAS
ERGONÔMICOS	POSTURA	Preparação de soluções	Capelas de exaustão muito pequenas ou em altura desproporcional.	Exigência de postura curvada para realização da tarefa proposta.	G C	P C	R 3	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir ou modificar ensaios experimentais. • Substituir as capelas de exaustão por modelos maiores. • Limitar o número de usuários em cada bancada. • Promover intervalos durante o expediente para alongamento. • Promover alternância de atividades. • Substituir os assentos.
		Realização de ensaios experimentais	Bancadas de trabalho com altura e espaço incompatíveis com as necessidades dos usuários.	Dores musculares Dor cervical, torácica e lombar.	C	C	3	
		Realização de titulação	Permanência por longos períodos em posição ortostática.	Problemas circulatórios. Dor nos membros inferiores.	A	B	1	
		Participação em aulas	Assentos em forma de bancos o que conduz a acomodação com uma curva dorsal exagerada.	Lesão na coluna, escoliose, lombalgias, hérnia de disco.	B	C	3	
	REPETITIVIDADE	Medição de volume com pipetas	Sequência contínua de movimentos repetitivos.	Lesão por esforço repetitivo.	A	B	1	<ul style="list-style-type: none"> • Promover alternância de atividades. • Incentivar intervalos para alongamento..

Fonte: própria, 2018.

Quadro 8 – Riscos DE ACIDENTES identificados nos laboratórios de ensino experimental de química.

Fatores Ambientais		Tarefa	Perigo	Risco	Matriz Avaliação de risco			MEDIDAS PROPOSTAS
DE ACIDENTES	ARRANJO FÍSICO	Preparação de soluções	Capela de exaustão muito pequena. Esbarrões acidentais.	Derramamento de reagentes ou de soluções com danos pessoais e ao patrimônio.	G B	P C	R 3	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do número de pessoas no ambiente. • Substituição das capelas de exaustão por modelos maiores.
		Realização de ensaios experimentais	Espaço insuficiente para o número de pessoas. Área muito estreita para movimentação entre as bancadas. Perigo de esbarrões com derrame de produtos químicos e quebra de vidrarias	Agravos pessoais por queimaduras químicas, queimaduras por calor, inalação de gases tóxicos e cortes. Danos ao patrimônio.	C	C	2	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do número de pessoas no ambiente.
		Lavagem de vidrarias	Choques acidentais com quebra de vidrarias.	Cortes e arranhões. Danos ao patrimônio.	A	A	1	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar aglomeração de pessoas ao redor das pias na hora da lavagem de vidrarias.
		Transporte de reagentes entre os laboratórios	Lance de degraus sem corrimão e com grande movimentação. Perigo de choques acidentais, escorregões e quedas, com derrame de produtos químicos e quebra de vidrarias.	Contusões, torsões, fraturas. Queimaduras químicas, inalação de gases tóxicos e cortes. Danos ao patrimônio.	C	B	3	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar o deslocamento de aulas para laboratórios não preparados para a disciplina. • Instalar corrimão. • Providenciar piso antiderrapante.
		Utilização dos equipamentos para aquecimento.	Proximidade dos equipamentos com reagentes e vidrarias. Espaço de movimentação insuficiente para o número de pessoas no ambiente.	Agravos pessoais por queimaduras químicas e queimaduras por calor. Danos ao patrimônio.	C	C	3	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de espaços reservados somente para equipamentos de calor. • Diminuição do número de pessoas no ambiente.

Fonte: própria, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A premissa maior de qualquer iniciativa em Engenharia de Segurança é o princípio de proteção da pessoa humana, componente mais valioso e irreparável da relação de trabalho. As instituições de ensino têm como seu maior capital a capacidade de atuação de profissionais altamente qualificados, cientistas forjados por anos no empenho do exercício acadêmico, técnicos e estudantes. Percebe-se, portanto, que a principal contribuição das ações em segurança do trabalho é a manutenção desse capital humano de valor intangível.

A conjunção de fatores encontrada nos laboratórios da Instituição de Ensino Superior avaliada é extremamente preocupante. A imperícia própria dos aprendizes, a falta de documentação e as medidas de segurança insuficientes produzem um quadro propício à ocorrência de acidentes. É de vital importância que ações administrativas e coletivas sejam empreendidas para consideração da avaliação dos riscos, atentando para as medidas de prevenção aqui propostas.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Departamento Técnico. Comissão de Transportes. **Manual para atendimento a emergências com produtos perigosos**. 6 ed. São Paulo: 2011.

BRANDALIZE, M. V. **Avaliação de riscos ambientais de um laboratório de pesquisa**. Monografia de especialização em Engenharia de segurança do trabalho. Departamento de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Normas regulamentadoras**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 13 fev./2018.

BRASIL, MTb. (Publicação:1978). **NR-1 Disposições Gerais**. Publicação: Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Atualização: Portaria SIT n.º 84 de 04 de março de 2009. Disponível em MINISTÉRIO DO TRABALHO: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em 15 fev./2018.

CARVALHO, F.; MELO, R. B. (2008). **Comparação entre 10 métodos de Avaliação de Risco de natureza semi-quantitativa em tarefas de manutenção**. In P. Arezes, J. Baptista, M. Barroso, A. Cunha, R. Melo, A. Miguel, et al. (Ed.), Colóquio Internacional sobre Segurança e Higiene Ocupacionais – SHO2008. Livro de Comunicações do SHO 2008, pp. 83- 87. Guimarães: Sociedade Portuguesa de Segurança e Higiene Ocupacionais (SPOSHO) e Escola de Engenharia da Universidade do Minho. COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. (2008).

CARVALHO, F.; MELO, R. B. Avaliação de riscos: comparação entre vários métodos de avaliação de risco de natureza semi-quantitativa. **Territorium**. Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Coimbra, Portugal, 18, 43-54, 2011. Homepage: https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Territorium/numeros_publicados.

CARVALHO, P. R. **Boas práticas químicas em Biossegurança**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

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

INBEP. **4 passos fundamentais para realizar a análise dos riscos**, 2017. Disponível em: <http://blog.inbep.com.br/4-passos-fundamentais-para-realizar-a-analise-dos-riscos/>. Acesso em: 15 fev./2018.

MIRANDA JR., E. J. P.; CUTRIM, S. S. **Análise de risco aplicada à segurança do trabalho na indústria de petróleo e gás**. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013. Anais eletrônicos disponíveis em: <http://abepro.educacao.ws/publicacoes/index.asp?ano=2013>.

OIRA-Online interactive risk assessment. **Avaliação de riscos**. AGÊNCIA EUROPÉIA PARA A SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. Disponível em: <https://oiraproject.eu/pt/what-risk-assessment>. Acesso em: 1 fev./2018.

OZOG. Designing an Effective Risk Matrix, 2009. . An ioMosaic Corporation Whitepaper. Disponível em: https://docuri.com/download/risk-ranking_59c1e58cf581710b286ba052_pdf . Acessado em: 30 abril/2018.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de Riscos**, 2013. Caderno técnico. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, Santa Maria-RS.

SZABÓ JÚNIOR, A. M. Manual de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. 9ed. São Paulo: Rideel, 2015.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. (org.). **Biossegurança – uma abordagem multidisciplinar**. 2ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2010

WALDHELM NETO, N. Como fazer análise de risco. **Segurança do trabalho**, 2015. Disponível em: <https://segurancadotrabalhonwn.com/como-fazer-analise-de-risco/>. Acesso: 17 fev./2018.

WALDHELM NETO, NESTOR. **História da Segurança do trabalho**. Jul.2012. Disponível em: <http://segurancadotrabalhonwn.com/historia-da-seguranca-do-trabalho/>. Acessado em 15 jan. 2018.