

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NO PROCESSO DE
AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS EM UM
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA DE UMA INSTITUIÇÃO
FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

BRUNO STORCH DE ALMEIDA CALIXTO

ITAJUBÁ, JUNHO DE 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BRUNO STORCH DE ALMEIDA CALIXTO

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NO PROCESSO DE
AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS EM UM
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA DE UMA INSTITUIÇÃO
FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Mestre em Ciências em
Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Denise Ransolin Soranso

ITAJUBÁ, JUNHO DE 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BRUNO STORCH DE ALMEIDA CALIXTO

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO AHP NO PROCESSO DE
AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS EM UM
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA DE UMA INSTITUIÇÃO
FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Dissertação aprovada por banca examinadora em 29 de junho de 2023, conferindo ao autor o título de Mestre em Ciências em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora:

Prof. Carlos Henrique Pereira Mello (Orientador)
Prof. Denise Ransolin Soranso (Co-orientadora)
Prof. Juliana Helena Daroz Gaudêncio
Prof. Luciano José Minette

ITAJUBÁ, JUNHO DE 2023

RESUMO

As atividades realizadas em laboratórios de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) abrangem diversas áreas de conhecimento, sendo essenciais para o desenvolvimento de pesquisas científicas, atividades de ensino e extensão universitária. Porém, o ambiente laboratorial expõe os indivíduos a diversos riscos ocupacionais que são inerentes da execução das atividades. Diante disso a gestão de risco nas IFES se torna fundamental nestes ambientes pois reduz riscos de acidentes, promove a saúde e a satisfação dos trabalhadores, além de melhorar os resultados operacionais e a imagem da Instituição. Esta pesquisa apresentou uma análise e proposta de utilização da técnica *Analytic Hierarchy Process* (AHP) no processo de avaliação de riscos de gestão de riscos, baseada na Norma ISO 31000:2018, que aplicou métodos de identificação, análise, avaliação e controle dos riscos ocupacionais em um laboratório acadêmico de uma IFES do Sul do Brasil, de modo a auxiliar os especialistas em saúde e segurança do trabalho dessa instituição na priorização dos riscos, tornando as ações de elaboração e implementação de programas de prevenção em segurança e saúde do trabalho mais assertivas. Para isso, foi utilizado método de Análise Preliminar de Riscos na identificação dos riscos, o método Índice de risco para a análise da gravidade e probabilidade destes riscos e na etapa de avaliação, para priorizar os riscos ambientais e auxiliar na tomada de decisão dos especialistas, o desenvolvimento final da pesquisa indicou a ordem de importância dos riscos ambientais através do AHP. Os resultados sinalizaram que os riscos ambientais do laboratório com maior prioridade e importância para implementação de medidas de controle analisados pelos especialistas foram os Riscos de Acidente (39,28%) e o Químico (34,08%), seguidos pelo Risco Físico (14,46%) e Ergonômico (12,17%).

Palavras-chave: AHP. Gestão de Riscos. IFES. Segurança do Trabalho.

ABSTRACT

The activities carried out in laboratories of Federal Institutions of Higher Education (IFES) cover several areas of knowledge, being essential for the development of scientific research, teaching activities and university extension. However, the laboratory environment exposes individuals to various occupational risks that are inherent in carrying out activities. In view of this, risk management at IFES becomes fundamental in these environments, as it reduces the risk of accidents, promotes the health and satisfaction of workers, in addition to improving operational results and the institution's image. This research presented an analysis and proposal for the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique in the risk assessment process of risk management, based on the ISO 31000:2018 Standard, which applied methods of identification, analysis, evaluation and control of occupational risks in an academic laboratory of an IFES in southern Brazil, in order to assist the specialists in occupational health and safety of that institution in prioritizing risks, making the actions of elaboration and implementation of prevention programs in occupational safety and health more assertive. For this, the Preliminary Risk Analysis method was used to identify the risks, the Risk Index method for the analysis of the severity and probability of these risks and in the evaluation stage, to prioritize the environmental risks and assist in the specialists' decision making, the final development of the research indicated the order of importance of environmental risks through the AHP. The results indicated that the environmental risks of the laboratory with the highest priority and importance for the implementation of control measures analyzed by the specialists were the Accident Risks (39.28%) and the Chemical (34.08%), followed by the Physical Risk (14.46%) and Ergonomic (12.17%).

Keywords: AHP. Risk management. IFES. Work Safety.

Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma com a descrição dos capítulos que estruturam a pesquisa.....	18
Figura 2 - Processo de Gestão de Risco.....	37
Figura 3 - Descrição das etapas de aplicação do método AHP.....	43
Figura 4 - Estrutura hierárquica do Analytic Hierarchy Process.....	44
Figura 5 - Matriz de comparações genéricas.....	45
Figura 6 - Descrição das etapas de desenvolvimento de um estudo de Caso.....	48
Figura 7 - Estrutura física do Laboratório de Processos e Projetos Ambientais	49
Figura 8 - Estrutura física do Laboratório de Processos e Projetos Ambientais	49
Figura 9 - Classificação das fontes bibliográficas.....	51
Figura 10 - Métodos utilizados no processo de avaliação de riscos.....	52
Figura 11 - Fluxograma para Determinação do Índice de Risco.....	55
Figura 12 - Exemplo do questionário AHP.....	60
Figura 13 - Exemplo de Matriz de comparação pareada	60
Figura 14 - Produtos químicos tóxicos e perigosos que são utilizados	64
Figura 15 - Fatores que contribuem para a exposição ao risco ergonômico.....	65
Figura 16 - Equipamentos de proteção individual fornecidos no LabPPAM	66
Figura 17 - Estrutura hierárquica dos riscos ocupacionais identificados para aplicação do método AHP.	75
Figura 18 - Ranqueamento da priorização dos riscos ocupacionais por regiões do Brasil.....	77
Figura 19 – Hierarquia com as prioridades do LabPPAM.....	81
Figura 20 – Regiões do Brasil onde estão localizadas as IFES.....	86
Figura 21 – Métodos de Avaliação de Riscos aplicados pelos especialistas	87

Lista de Quadros

Quadro 1 - Aplicabilidade das técnicas para gestão de risco	38
Quadro 2 - Escala Fundamental de Saaty	44
Quadro 3 - Modelo de Reconhecimento Preliminar do Ambiente	54
Quadro 4 - Modelo de APR utilizado para identificação de riscos	55
Quadro 5 - Nível de exposição	56
Quadro 6 - Controle associado aos riscos	56
Quadro 7 - Nível de Severidade	57
Quadro 8 - Julgadores do Método AHP	59
Quadro 9 - Percepção sobre a exposição aos riscos ambientais.....	63
Quadro 10 - Reconhecimento Preliminar do Ambiente do LABPPAM.....	67
Quadro 11 - Análise Preliminar de Riscos (APR) do LABPPAM.....	68
Quadro 12 – Resultados da análise de cada risco identificado no LABPPAM.....	72
Quadro 13 - Proposta para controle de riscos do LABPPAM.....	84

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Índice de consistência randômico	45
Tabela 2 – Resultados da priorização individual e geral dos riscos ocupacionais, com base na análise de 12 especialistas especialistas.....	76
Tabela 3 – Prioridades individuais e geral – Fatores do risco de Acidente	78
Tabela 4 – Prioridades individuais e geral – Fatores do risco ergonômico	79
Tabela 5 – Prioridades individuais e geral – Fatores do risco químico	80
Tabela 6 - Análise de Consistências do Julgadores.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS

AAF	Análise de Árvore de Falhas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPA	Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
APR	Análise Preliminar de Riscos
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BS	<i>British Standards</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CLT	Consolidação de Leis do Trabalho
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat e Figueiredo
HSE	<i>Health, Safety and Environment</i>
IC	Índice de Consistência
IEA	<i>International Ergonomics Society</i>
IF	Instituto Federal
IFES	Instituição Federal de Ensino Superior
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IR	Índice de Consistência Randômico
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCDA	Análise de Decisão por Multicritérios
NBR	Norma Brasileira
NE	Nível de Exposição
NR	Norma Regulamentadora
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Specification</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PLANSAT	Plano Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho
PNSST	Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho

RC	Razão de Consistência
SAT	Seguro Acidente do Trabalho
SIASS	Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor Público Federal
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
UF	Universidade Federal
UK	<i>United Kingdom</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	17
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. REVISÃO DALITERATURA	19
2.1. HISTÓRIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO.....	19
2.2. CONCEITOS RELACIONADOS À SEGURANÇA DO TRABALHO	21
2.2.1. Riscos Físicos.....	22
2.2.2. Riscos Químicos.....	25
2.2.3. Riscos Biológicos	26
2.2.4. Riscos Ergonômicos	28
2.2.5. Riscos de Acidentes.....	30
2.3. CULTURA DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	30
2.4. INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR E A SEGURANÇA DO TRABALHO.....	32
2.4.1. Condições e Riscos nos Laboratórios das IFES.....	33
2.5. GESTÃO DE RISCOS	35
2.5.1. Identificação de riscos.....	39
2.5.2. Análise de riscos.....	40
2.5.3. Avaliação de riscos.....	41
2.6. ANÁLISE DE DECISÃO POR MULTICRITÉRIOS (MCDA)	41
2.6.1. Analytic Hierarchy Process (AHP).....	42
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	47
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	47
3.2. DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	48
3.2.1. Local de Estudo	48
3.2.2. Pesquisa Bibliográfica	50
3.2.3. Definição dos Métodos de Coleta de Dados	51
3.3. PREPARAÇÃO, COLETA E ANÁLISE.....	52
3.3.1. Realização da Coleta de Dados	52
3.3.2. Avaliação dos Riscos pelo método AHP	57
3.4. ANÁLISE E CONCLUSÃO.....	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	62

4.1.	APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR.....	62
4.1.1.	Percepção dos servidores e alunos em relação aos riscos do LABPPAM.....	62
4.1.2.	Identificação de riscos do LABPPAM.....	67
4.2.	APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS.....	71
4.3.	APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS DO LABPPAM.....	74
4.3.1.	Definição do problema.....	74
4.3.2.	Estruturação da hierarquia de decisão do LABPPAM.....	74
4.3.3.	Construção de matrizes para comparação entre pares com os elementos de decisão do LABPPAM.....	76
4.3.4.	Cálculo do autovetor da matriz de comparação para estimar os pesos relativos dos elementos de decisão do LABPPAM	76
4.3.5.	Verificação da consistência dos julgamentos dos tomadores de decisão	82
4.4.	PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RISCOS DO LABPPAM	82
4.5.	QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS	86
5.	CONCLUSÃO	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
	ANEXO A - Questionário aplicado aos servidores e alunos dos laboratórios	101
	ANEXO B - Questionário aplicado aos especialistas em segurança do trabalho	107
	ANEXO C - Questionário da planilha AHP do LABPPAM.....	109
	ANEXO D - Matrizes com os julgamentos dos especialistas.....	112

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A segurança e a saúde do trabalhador têm sido pautas cada vez mais abordadas nos últimos tempos. Em meio a desafios constantes por maiores resultados e produtividade, a pressão no trabalho e os riscos associados às atividades laborais passaram a se tornar frequentes nos ambientes de trabalho. Não somente riscos que afetam a integridade física, como cortes e danos auditivos, mas também os que agravam no âmbito emocional, como estresse e pressão no trabalho (GARCIA, 2021).

Para Sell (2002), as organizações que submetem seus empregados a condições de trabalho inadequadas perdem em termos de qualidade, produtividade, competitividade e imagem perante a sociedade. Trabalhadores submetidos a condições precárias de trabalho não contribuem para a melhoria de processos e produtos, reduzem sua disposição para o trabalho e não mostram comprometimento com a organização por não se sentirem partes do processo.

Diante disso, a segurança e a higiene no local de trabalho consistem em importantes pilares a serem construídos nas organizações, visto que, estando em um ambiente seguro e bem cuidado, promove-se a saúde e a satisfação dos trabalhadores, melhoram-se os resultados operacionais e a imagem da organização (AMORIM, 2017; LUCIANO *et al.*, 2020). Entretanto, para que ocorram estes benefícios, uma gestão de riscos ocupacional eficiente pode ser uma ferramenta para alcançar a prevenção de acidentes e melhoria no ambiente de trabalho.

Diante disso, Torres (2019) afirma que a gestão de riscos ocupacionais proporciona uma estrutura para que as decisões, programas, planos e controles dos riscos sejam progressivamente aperfeiçoados. Além disso, há do mesmo modo outros fatores, como o fortalecimento do diálogo social e a distribuição de responsabilidades de segurança e saúde do trabalho (SST) por todos os níveis da organização, fato que colabora para uma gestão eficaz de SST.

Neste contexto, surge então a necessidade de identificar, analisar, avaliar e priorizar os riscos ocupacionais presentes nos ambientes laborais e verificar as condições às quais os trabalhadores são expostos, levando em consideração as condições e/ou os critérios de segurança estabelecidos para execução da atividade.

Porém, Veronezi e Catai (2014) afirmam que algumas Instituições de Ensino, muitas vezes, carecem de um controle mais rigoroso no que tange a segurança do trabalho pois, às vezes, a

segurança é deixada em segundo ou até terceiro plano em função de outras necessidades ou demandas da Instituição, fazendo que os riscos de acidentes nestas organizações sejam mais prováveis de ocorrerem.

Nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), avaliar os riscos e prevenir acidentes é uma obrigação legal. A Constituição Federal de 1988 em seu artigo 7º, inciso XXII prevê a “redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança”. Especificamente para o Serviço Público Federal, há a lei 8.112 de 1990, que no artigo 185 prevê garantia de condições individuais e ambientais de trabalho satisfatórias para os servidores. Já a Portaria Normativa nº 03 de 2010 do antigo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão possui o objetivo em priorizar a prevenção dos riscos à saúde, a avaliação ambiental e a melhoria das condições e da organização do processo de trabalho de modo a ampliar a autonomia e o protagonismo dos servidores.

Porém, para a efetiva aplicação das leis e normas de segurança do trabalho, é necessário o envolvimento e participação de diversos setores da instituição, pois a prevenção de acidentes demanda, principalmente, uma gestão de riscos eficiente que integre princípios de biossegurança e higiene ocupacional.

Para Medani *et al.* (2019), as atividades realizadas nos laboratórios das IFES abrangem diversas áreas de conhecimento, sendo essenciais para o desenvolvimento de pesquisas científicas, atividades de ensino e extensão universitária.

Porém, o ambiente laboratorial expõe os indivíduos a fatores de riscos, isolados ou em conjunto, inerentes à execução da própria atividade laboral e o aumento do risco está diretamente relacionado com o nível de conhecimento técnico da equipe e de cumprimento de regras de biossegurança e segurança do trabalho, assim como a manutenção de equipamentos e a própria estrutura física. Nas IFES brasileiras a estrutura antiga e muitas vezes adaptada dos laboratórios, que normalmente estão situados em instalações obsoletas, que não foram projetados exclusivamente para essa finalidade, constituem risco adicional de acidentes. A estrutura adaptada compromete a exequibilidade de procedimentos, dificulta ou inviabiliza o atendimento das exigências legais e compromete a saúde e segurança do trabalhador (SANGIONI *et al.*, 2012).

Martin (2021) afirma que os laboratórios acadêmicos devem possuir uma série de normas e condutas de segurança a serem seguidas, pois é um ambiente capaz de apresentar riscos devido a, por exemplo, material biológico contaminado, vidraria, altas temperaturas, altas pressões, exposição a elementos químicos e radioativos, dentre muitos outros. Entre as regulamentações e normas de conduta, para o ambiente acadêmico, estão requisitos de higiene

e hábitos pessoais, práticas de limpeza e descontaminação, uso correto de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva (EPI e EPC, respectivamente), sinalização e o descarte de resíduos, além de regras para o transporte, manuseio e armazenamento de materiais químicos ou biológicos (SANTOS e RIBEIRO, 2017).

No Brasil, em 1987 o manuseio inadequado de uma fonte de Césio-137 e o tempo decorrido entre o início do evento e notificação às autoridades competentes causou um acidente radioativo que, além de contaminar diversas residências, localizadas nos arredores, e poluir o solo, acarretou a morte de quatro pessoas em Goiânia - GO (CNEN, 2021). Em 2010 na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), um laboratório que realizava experimentos químicos foi destruído, após uma explosão ocasionada pelo armazenamento incorreto de substâncias inflamáveis (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2020).

Já em 2018 uma explosão na sala de polimento de amostras do Laboratório Multiusuário do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) teve como consequência três feridos. Em decorrência desta situação, houve a necessidade de acionamento da Brigada de Incêndio e Emergência da universidade e, também, do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2018).

Diante dos exemplos supracitados, é fundamental a adoção de normas mais rígidas de segurança do trabalho e o desenvolvimento de estudos voltados para os acidentes ocorridos no âmbito dos laboratórios, propiciando um melhor conhecimento destes e o consequente aperfeiçoamento das estratégias de prevenção.

Existe uma variedade de técnicas de análise e avaliação de risco disponível na literatura, como a avaliação da matriz de decisão, que segundo Marhavidas e Koulouriotis (2008), consiste em estimar os riscos, medindo e categorizando-os quanto a sua probabilidade de ocorrência e sua severidade ou consequência e a Análise de Árvore de Falhas – AAF, que conforme Marhavidas e Koulouriotis (2011) é uma representação gráfica padronizada que permite identificar fatores que podem contribuir para um evento indesejado.

Através do uso dessas técnicas que atuam na determinação da causa e na identificação de agentes de risco, suas utilizações são de extrema importância e oferece suporte para o atendimento das normas de segurança do trabalho, como o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), descrito na Norma Regulamentadora nº 1 e que segundo Brasil (2020), sua elaboração e implementação em todos os estabelecimentos do país tornou-se obrigatório a fim de proteger a saúde de todos os indivíduos e garantir a preservação ambiental.

Porém, diante da obrigação legal para a implantação de programas de prevenção, como o PGR, observa-se, na prática das atividades diárias, uma carência da aplicação de técnicas de avaliação de riscos nas IFES e conseqüentemente, uma dificuldade dos técnicos e profissionais de segurança do trabalho em analisar e avaliar os riscos ocupacionais identificados, justificar e dar prioridade em ações de prevenção nos riscos avaliados na mesma categoria ou gravidade, o que dificulta o planejamento técnico e financeiro na aplicação de medidas que visam reduzir os acidentes nos laboratórios.

Diante desse problema, uma forma de se detectar e priorizar tais riscos se deu por meio do uso do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que tem sido bastante utilizado na segurança do trabalho por fornecer informações robustas e consistentes para a tomada de decisão (AZADEH; ASADZADEH; TANHAEAN, 2017; CAPUTO; PELAGAGGE; SALINI, 2013).

A guia de exemplo destaca-se o estudo realizado por Haadir e Panuwatwanich (2011), no qual se utilizou o AHP para identificar e hierarquizar os fatores críticos que afetam a implementação correta de programas de segurança em empresas de construção na Arábia Saudita. Para isso, consideraram-se as análises realizadas por especialistas de 18 empresas de construção sauditas, de modo que, a partir dos fatores críticos identificados nesse processo, foi possível desenvolver uma estratégia para implementar o programa de segurança de forma adequada para o local.

Outros estudos na área de segurança do trabalho foram realizados por Badri, Nadeau e Gbodossou (2013), que realizaram a avaliação da magnitude e classificação dos riscos ocupacionais, e Aminbakhsh *et al.* (2013), na qual utilizaram este método para orientar os tomadores de decisões a um orçamento realista para prevenção de acidentes/lesões através da determinação dos principais itens de risco antes da fase de construção.

Na área de gerenciamento de projetos, Badri, Nadeau e Gbodossou (2012) desenvolveram um estudo de caso para ilustrar as várias etapas da abordagem de avaliação de risco e a integração rápida e simples da SST em um estágio inicial de um projeto. A abordagem permite a reavaliação contínua de critérios ao longo do projeto ou quando novos dados são adquiridos.

Além dos estudos apresentados anteriormente, diversos outros também utilizaram a ferramenta AHP para analisar assuntos relacionados à segurança do trabalho (DAĞDEVIREN; YÜKSEL, 2008; İNAN; GÜL; YILMAZ, 2017; MAHDEVARI, SHAHRIAR, ESFAHANIPOUR, 2014; KHAN *et al.*, 2019; DEJUS, ANTUCHEVIČIENE, 2013; OUÉDRAOGO, GROSO, MEYER, 2011). Através destes exemplos, evidencia-se a importância da utilização do método AHP na segurança do trabalho.

O uso dessa ferramenta com sua metodologia validada através de Saaty e Vargas (2012b) e que visa orientar o processo intuitivo na tomada de decisão, podendo ser baseados em conhecimento ou experiência dos especialistas (DE OLIVEIRA; BELDERRAIN, 2008), é uma alternativa para tornar tomadas de decisões subjetivas, em processos de escolha mais racionais e objetivas, com a atribuição de pesos e comparação de critérios ou alternativas no processo de escolha, planejamento e tomadas de decisões e, assim, tornar mais assertiva a elaboração de cronogramas de prevenção de riscos e a proposição de ações para medidas de controle de segurança do trabalho através dos Programas de Higiene Ocupacional.

Porém, apesar das inúmeras vantagens da utilização do AHP, é preciso ressaltar que o método também possui limitações, sendo que uma das principais deficiências está associada ao fenômeno denominado *rank reversal* ou reversão de classificação. Nesse fenômeno, quando se adiciona uma nova alternativa a um conjunto de alternativas já existentes, a nova hierarquia gerada pode não manter a ordenação da análise do conjunto inicial de alternativas (ZOPOUNIDIS; DOUMPOS, 2002).

Segundo Rivas (2016), com a utilização deste método, a tomada da decisão pode ser afetada pela seleção de tomadores de decisão que não sejam experientes com o problema e objetivo da hierarquia.

1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um processo de avaliação de riscos ocupacionais no Laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LABPPAM) de uma Instituição Federal de Ensino Superior.

Para que o objetivo geral seja alcançado, os objetivos específicos dão aporte para que isto aconteça. São objetivos específicos desta presente pesquisa:

1. Identificar as atividades realizadas e os riscos ocupacionais no laboratório e analisar os riscos ocupacionais utilizando os princípios propostos pelas Normas NBR ISO 31000:2018 e NBR ISO 31010:2012;
2. Aplicar o método AHP como uma ferramenta de priorização de riscos ocupacionais, de modo a auxiliar os especialistas em saúde e segurança do trabalho dessa instituição na priorização dos riscos, tornando as ações de elaboração e implementação de programas de prevenção em segurança e saúde do trabalho mais assertivas;
3. Realizar o comparativo da metodologia de avaliação de risco proposta e analisar a aceitação do método AHP na hierarquização de riscos no laboratório da IFES.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir o objetivo definido, o presente trabalho se dividiu em cinco capítulos. Na Figura 1 estão descritos os capítulos da pesquisa de maneira que permita ao leitor compreender toda a estrutura do trabalho.

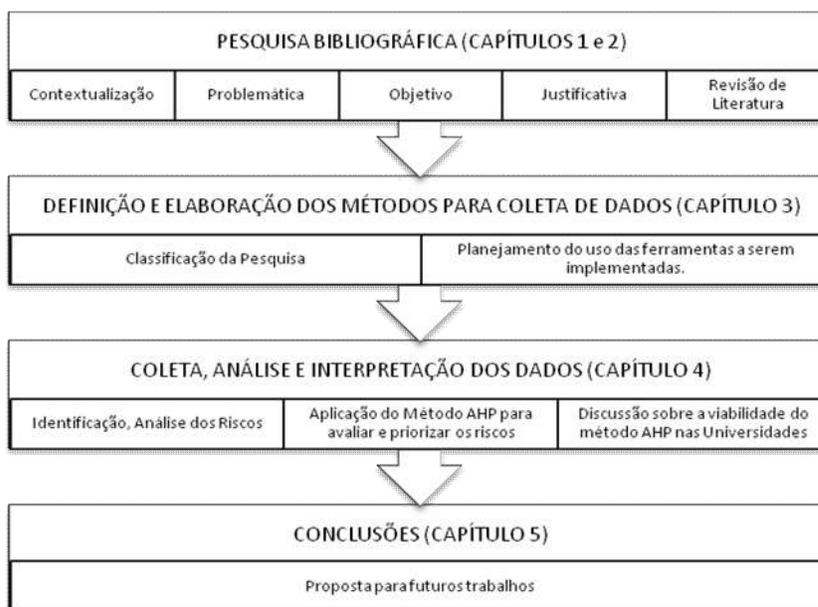


Figura 1 - Fluxograma com a descrição dos capítulos que estruturam a pesquisa
Fonte: Autoria própria

O Capítulo 1 discutiu a contextualização da pesquisa e seu principal problema científico, apresentando o objetivo geral e específico.

O Capítulo 2 apresentou a revisão de literatura, trazendo uma pesquisa bibliográfica sobre a história, cultura e conceitos que envolvem a segurança do trabalho e a gestão de risco com foco na Análise de Decisão por Multicritérios através do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

O Capítulo 3 tratou da definição e elaboração dos métodos para a coleta de dados, explicando sobre a classificação desta pesquisa, o local de estudo e planejando o uso das ferramentas a serem implementadas, visando atingir os objetivos especificados.

O Capítulo 4 tratou da coleta de dados, apresentando todas as informações levantadas do objeto de estudo e sua importância em cada etapa da sistemática proposta. Neste capítulo foi tratada a análise e interpretação dos resultados encontrados com a aplicação do método AHP para a avaliação e priorização dos riscos e também a discussão sobre a viabilidade do método AHP nas IFES.

Finalmente, o Capítulo 5 apresentou as conclusões e propostas para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. HISTÓRIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO

Os riscos e as doenças ocupacionais estão presentes nas atividades laborais do ser humano desde a antiguidade. Mulatinho (2001) afirma que as preocupações com a segurança e saúde do trabalhador vêm sendo documentadas há bastante tempo pois, desde o século V a.C., Hipócrates (460-370 a.C.) já fazia menção à origem de moléstias entre trabalhadores nas minas de estanho; Aristóteles (384-322 a.C.) já cuidava do atendimento e prevenção das enfermidades dos trabalhadores; Platão, na mesma época, verificou enfermidades do esqueleto humano relacionadas ao exercício de certas profissões; já Plínio, que viveu antes do advento da era Cristã, publicou a “História Natural”, na qual descreveu várias moléstias causadas por atividades com chumbo, mercúrio e poeiras, assim como tentativas de estabelecer controles da exposição através da utilização de máscaras rudimentares pelos trabalhadores e Galeno (129-201 d.C.) se dedicou ao saturnismo.

Já no período pré-industrial, Moraes (2004) afirma que a mineração e seus riscos foram relatados por George Bauer (1492-1555), no livro “De Re Metallica”, no qual se destaca a “asma dos mineiros”, chamada atualmente de pneumoconiose e por Paracelso (1493-1541), o qual se dedicou às intoxicações por mercúrio. Ainda nesse período, o médico Bernardino Ramazzini publicou, em 1700, o livro “*De Morbis Artificum Diatriba*”, no qual descreveu cerca de 50 ocupações e seus agravos à saúde do trabalhador. Por seu importante trabalho, Bernardino Ramazzini é considerado o “Pai da Medicina do Trabalho”.

Durante o período da revolução industrial (1763-1815), Arra (2012) afirma que houve uma intensificação do estudo dos acidentes de trabalho na Europa, pois países como Inglaterra, Alemanha e França injetavam na sociedade milhares de incapacitados ao trabalho e, como consequência, em 1833, a Inglaterra publicou a primeira legislação relacionada à proteção do trabalhador, chamada “*Factory Act*” (Lei da Fábrica).

De acordo com Mulatinho (2001), nos Estados Unidos da América em 1903, foi publicada a 1ª Lei de Indenização dos Trabalhadores, direcionada aos empregados e trabalhadores federais.

No nível mundial, um marco importante na prevenção de acidentes foi a criação, em 1919, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), resultado das ponderações éticas e econômicas sobre o custo humano gerado pela revolução industrial. Atualmente, a OIT é responsável pela elaboração e aplicação das normas internacionais do trabalho (convenções e recomendações).

As convenções, uma vez ratificadas por decisão soberana de um país, passam a fazer parte de seu ordenamento jurídico, e fortalece a prática de medidas preventivas (MENDES; DIAS, 1991; SILVA; MAIA, 2017).

Na América Latina, alguns fatos contribuíram para o desenvolvimento de serviços de segurança e saúde ocupacional somente a partir da década de 1960. Segundo Moraes (2004), somente em 1963, após a criação do Instituto de Higiene do Trabalho e Contaminação Atmosférica do Chile, é que surgiram os primeiros estudos sobre formação do médico do trabalho para o Chile, Peru e Venezuela.

Já na década de 1990, Arra (2012) afirma que para o estabelecimento de padrões de controle do meio ambiente, foi publicada, pela *International Organization for Standardization (ISO)*, a norma internacional ISO 14.000 e para a área de segurança e saúde ocupacional, as organizações adotaram a norma inglesa BS 8800, publicada pelo HSE-UK, a qual se tratava de um guia para o gerenciamento de segurança e saúde ocupacional. Porém, diante da busca das organizações por um modelo de gestão em segurança e saúde ocupacional, as certificadoras desenvolveram, em 1999, a série de normas OHSAS 18.000 - *Occupational Health and Safety Analysis*.

Ribeiro Neto *et al.* (2008) relatam que “em 2007, a OHSAS 18001 teve sua primeira revisão, que não alterou significativamente a estrutura da norma, mas introduziu diversos aperfeiçoamentos” e, em 2013, segundo Zivkovic e Petrovic (2015), a ISO estabeleceu um comitê ISO/PC 283, para criar um novo padrão para a gestão de segurança e saúde no trabalho, a ISO 45001, que aborda o Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional e substituiu a OHSAS 18001.

Segundo Moraes (2004), no Brasil, o primeiro diploma legal de proteção ao trabalhador acidentado surgiu em 1919, com o Decreto-Lei 3.724, o qual tornava obrigatório o Seguro Contra Acidentes do Trabalho em algumas atividades. Moraes (2004) acrescenta que no ano de 1941 é que foram dados os primeiros passos para melhoria das condições de segurança e saúde ocupacional, com a fundação da Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes (ABPA). Brevigliero *et al.* (2019) complementam que, como um compromisso do Brasil com a OIT, de investimento em segurança e medicina do trabalho, foi criada, em 1966, a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO).

Em 1972, em razão do grande número de acidentes de trabalho, Moraes (2004) afirma que o Brasil regulamentou a obrigatoriedade dos Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT), através da Portaria 3.237/72, com base na Recomendação da Organização Internacional do Trabalho (OIT 112). E, em 1978, o Ministério do Trabalho e Emprego

(MTE), através da Portaria 3.214, publicou as Normas Regulamentadoras que estão sempre em constantes atualizações, motivadas pelo Art. 200, do Capítulo V, da CLT. A Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo II - Dos Direitos Sociais - Art. 6º e 7º, reforça esta responsabilidade civil do empregador, assim como garantiu o direito dos trabalhadores ao seguro contra acidente de trabalho (SAT).

Monroy (2014) afirma que em 2011 foi publicada, através do Decreto nº 7602, a Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho (PNSST). E, em 2012, é assinada a Portaria 1823, que institui a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora. Segundo essa mesma autora, cabe à Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho (PNSST) elaborar o Plano Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho (PLANSAT), o qual prevê regulamentos, instrumentos, indicadores e estruturas relacionadas à gestão de segurança e saúde no trabalho.

2.2. CONCEITOS RELACIONADOS À SEGURANÇA DO TRABALHO

A Saúde e Segurança do Trabalho (SST) têm como principal objetivo a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, bem como outras formas de agravos à saúde do profissional (BARSANO, 2014).

Cabe à SST, junto com outros conhecimentos correlatos (medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional, segurança patrimonial), identificar os riscos que levam à ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais, avaliar seus efeitos na saúde do trabalhador e propor medidas de intervenção técnica a serem implementadas nos ambientes de trabalho (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Amorim (2017) afirma que a segurança do trabalho consiste em um dos mais importantes pilares a serem construídos nas organizações, a fim de alicerçar a saudável relação trabalhista entre as partes. Por essa razão, a prevenção de acidentes se constitui em uma tarefa árdua que deve ser almejada por todos.

Mukai (2013) vai além, afirmando que “a questão da saúde e segurança no trabalho abrange a importância da atuação socialmente responsável por parte das organizações, no sentido de avaliar e identificar como sua atuação interfere na qualidade de vida de seus trabalhadores”. Este mesmo autor explica que “qualquer acidente que ocorra, resultando ou não em lesões aos empregados acaba por gerar um prejuízo econômico, uma vez que são creditados no custo de produção os gerados direta ou indiretamente, revertendo em ônus para a organização” (MUKAI, 2013).

Os riscos ocupacionais podem causar danos à integridade ou à saúde de uma pessoa em seu ambiente de trabalho. Estes riscos se tornam fontes geradoras de risco à saúde e segurança em virtude de sua natureza, intensidade, concentração e tempo de exposição (BARBOSA FILHO, 2011).

Brasil (2020) define o risco ocupacional como a combinação da probabilidade de ocorrer lesão ou agravamento à saúde causada por um evento perigoso, exposição à agente nocivo ou exigência da atividade de trabalho e da severidade dessa lesão ou agravamento à saúde.

Brasil (2020) conceitua o perigo ou fator de risco ocupacional como a fonte com o potencial de causar lesões ou agravamentos à saúde. Elemento que isoladamente ou em combinação com outros tem o potencial intrínseco de dar origem a lesões ou agravamentos à saúde.

Novais (2014) explica que o perigo é inerente, é intrínseco, ou seja, jamais deixará de existir. Já o risco mensura, em termos de probabilidade, o quão exposto se está a essa característica natural da fonte, situação ou ato potencial. Para este mesmo autor, a probabilidade de ocorrência de uma situação de risco depende do controle do perigo. Por exemplo, uma substância como o ácido clorídrico concentrado pode causar grandes danos à saúde humana, por ser altamente corrosivo. Portanto, pode-se concluir que, por estas características naturais, o ácido clorídrico apresenta perigo e assim é classificado, um produto perigoso. Entretanto, se este for devidamente acondicionado e manuseado, não oferecerá altos riscos à saúde humana, ou seja, a probabilidade da ocorrência do evento que gera graves lesões ou doenças pode ser minimizada (NOVAIS, 2014).

Esta diferenciação também é utilizada por Magnanelli (2012) que, além disso, define que risco é dependente do perigo e da exposição, sendo que o primeiro fator é incontornável, diferentemente do segundo. Diz ainda que o controle dos riscos é essencial para controlar o dano e isto pode ser feito na fonte, na trajetória e no trabalhador.

Para Brasil (2020), Saliba (2015) e Rocha *et al.* (2011), os riscos ocupacionais podem ser classificados em Riscos Físicos, Químicos, Biológicos, Ergonômico e de Acidentes.

2.2.1. Riscos Físicos

Os riscos físicos são qualquer forma de energia que, em função de sua natureza, intensidade e exposição, são capazes de causar lesão ou agravamento à saúde do trabalhador. Entre os riscos físicos estão os agentes físicos ruído, calor, vibração, pressões anormais, radiações ionizantes, radiação não-ionizante entre outros (BRASIL, 2020).

Neto (2020) afirma que o ruído é o risco físico mais comum, sendo oscilações provenientes de vibrações que se dissipam no ar e dependendo da intensidade podem prejudicar a audição dos

colaboradores, podendo ser contínuos, intermitentes e variáveis.

O ruído é definido por Ganime *et al.* (2010) como som ou grupo de sons com intensidade que pode culminar em adoecimentos ou interferências negativas no processo de comunicação.

De acordo com Moraes (2010), o agente ruído, de modo geral, constitui-se em um dos maiores riscos para a saúde dos trabalhadores, tanto nas instalações industriais como em outras atividades laborais. Este é certamente um dos agentes físicos nocivos mais frequentes no ambiente de trabalho, e de maior prevalência das origens de doenças ocupacionais (CRUZ *et al.*, 2013).

Barsano e Barbosa (2014) acrescentam que os danos à saúde podem variar de acordo com o tempo de exposição, a sensibilidade individual e nível sonoro, podendo manifestar-se gradualmente ou imediatamente.

Os danos causados pelo excesso de ruído podem se manifestar de diversas formas, as mais comuns são as apresentadas por Padovani (2008), que consistem na perda da audição, prejuízo ao sono, cefaleia recorrente, dificuldade na comunicação e aumento na taxa de absenteísmo.

Neto (2020) determina algumas medidas de prevenção que são relativamente simples de serem cumpridas e elas são:

- Instalação de EPC's como medidas redutoras do ruído;
- Uso de EPI's como protetores auriculares;
- Isolamento acústico;
- Revezamento de trabalhadores nos ambientes de trabalho;
- Controle do tempo de exposição de cada trabalhador;
- Procurar por equipamentos mais silenciosos.

O calor, outro risco físico bastante comum, pode ser classificado como fator responsável por insalubridade ambiental em que, segundo a NR 15, Anexo 3 (BRASIL, 2014), temperaturas extremas influenciam negativamente a saúde e bem-estar do trabalhador.

A exposição a este agente físico pode ocorrer em diversos ambientes de trabalho, tais como: siderúrgicas, fundições, indústrias têxteis, padarias, entre outros (SALIBA, 2011).

Segundo Tavares (2009, p. 6), a fisiologia da exposição ao calor acontece “quando o indivíduo é submetido a uma sobrecarga térmica, é esse centro que comanda as alterações fisiológicas necessárias para conseguir o equilíbrio energético, preparando o organismo para aquela situação”. Nesse sentido, explica ainda o autor:

[...][...] quando o trabalhador é submetido a uma situação térmica em que recebe calor do ambiente em quantidade superior a capacidade do seu mecanismo

termorregulador, ou que sua carga metabólica (energia) é dissipada sem tempo de reposição, o homem sofrerá danos a sua saúde, bem como a falta de líquidos, perdidos pela evaporação poderá trazer danos irreparáveis à sua integridade física (TAVARES, 2009, p. 6).

Desta forma, o trabalho em condições climáticas desfavoráveis produz extenuação física e nervosa, diminuição do rendimento e aumento dos erros e riscos de acidentes no trabalho, os indivíduos enfrentam desafios fisiológicos que podem comprometer o desenvolvimento de suas atividades e ocorrência de doenças térmicas e exaustão térmica (SILVA; TEIXEIRA, 2014; ZINELLI *et al.*, 2017).

Roscani *et al.* (2017) vão além, afirmando que a permanência em condições térmicas desfavoráveis pode causar o estresse térmico, resultando em debilidade do estado geral de saúde, alterações das reações psicossensoriais e queda de produção.

Esses mesmos autores ainda afirmam que os efeitos do calor sobre o trabalhador são estudados de forma ampla, em várias regiões do mundo e em diferentes atividades laborais. Complicações renais foram relatadas na Tailândia, principalmente em trabalhadores rurais, e consequências cardiovasculares foram descritas em cortadores de cana-de-açúcar no Brasil. Em trabalhadores de fazendas do estado do Oregon, nos EUA, foram descritos diversos sintomas relacionados ao calor, como erupções cutâneas, câibras, espasmos musculares, tontura, desmaio, dor de cabeça, sudorese severa, fadiga e extrema fraqueza, náuseas, vômito e estado de confusão. Portanto, diante desses fatos, devem ser adotadas medidas de prevenção.

Para Stollmeier e Oliveira (2017), existem várias maneiras de um empregador adotar em suas organizações as medidas de prevenção quanto aos riscos provenientes da exposição ao calor, como, por exemplo, empregados circularem de vez em quando por local mais fresco ou local pré-estabelecido; ser reduzido o ritmo ou a carga de trabalho dos empregados conforme o turno ou os empregados afrouxarem parte das roupas, sempre visando, entretanto, as normas vigentes de segurança no trabalho.

Já a radiação, outro agente do risco físico, é energia em trânsito emitida por uma fonte e transmitida através do vácuo ou de meios materiais (OKUNO e YOSHIMURA, 2016).

Oliveira (2021) afirma que a radiação pode ser classificada a partir de sua capacidade de ionização (ejetar um elétron ligado de um átomo). Deste modo, as radiações podem ser classificadas como ionizantes ou não ionizantes. Segundo aquele mesmo autor, a radiação gama, X, parte do ultravioleta e todas as radiações corpusculares são ionizantes e o restante do espectro eletromagnético, como ondas de rádio e TV, micro-ondas, infravermelho, luz visível

e parte da ultravioleta são não ionizantes.

Para Okuno e Yoshimura (2016), os efeitos biológicos da radiação ionizante foram relatados, inicialmente, pelas pessoas que começaram a sentir os primeiros sintomas do seu uso através da observação de seus efeitos perigosos e os principais efeitos eram dermatite aguda, queimaduras, quedas de cabelo e câncer.

Para Oliveira (2021), a proteção contra a exposição à radiação pode ser resumida em um conjunto de medidas, procedimentos e normas que servem para evitar que os seres vivos adquiram os possíveis efeitos nocivos causados pela radiação ionizante. A Portaria 453, de 1998, do Ministério da Saúde menciona e comenta os três cuidados mais importantes para otimizar a proteção à radiação ionizante: tempo de exposição; distância da fonte; blindagem (BRASIL, 1998).

Segundo Oliveira (2021), a dose de radiação ionizante recebida é diretamente proporcional ao tempo de exposição à fonte radioativa, portanto, deve-se procurar reduzir ao máximo a dose do indivíduo operacionalmente exposto com a utilização de recursos de blindagem entre a fonte e o trabalhador, aumento da distância da fonte, além de treinamento do operador para que o tempo de exposição ao local seja mínimo, que é um dos recursos mais eficazes.

2.2.2. Riscos Químicos

Os riscos químicos são agentes que por si só ou em misturas, quer sejam em seu estado natural, quer sejam produzidas, utilizadas ou geradas no processo de trabalho, que em função de sua natureza, concentração e exposição, são capazes de causar lesão ou agravo à saúde do trabalhador. São exemplos: fumos de cádmio, poeira mineral contendo sílica cristalina, vapores de tolueno, névoas de ácido sulfúrico, combustíveis, solventes (BRASIL, 2020).

Para Fiocruz (2022), os agentes de risco químico são substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, nevoas ou vapores, ou que seja, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Mattos e Másculo (2011) afirmam que os riscos químicos podem atingir também pessoas que não estejam em contato direto com a fonte e, em geral, provocam lesões mediatas (doenças). No entanto, eles não demandam necessariamente a existência de um meio para a propagação de sua nocividade, uma vez que algumas substâncias são nocivas por contato direto.

Os agentes químicos contaminam não só os ambientes de trabalho, mas também causam desconforto e diminuem a qualidade do trabalho. Pior ainda, podem provocar alterações na

saúde do indivíduo, levando a doenças profissionais como incapacitação e morte (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2019).

Madsen *et al.* (2016) afirmam que a exposição aos agentes químicos (por exemplo, poeiras de papel, poeiras orgânicas e minerais) desencadeia diversas consequências à saúde do trabalhador exposto, como a inflamação das vias respiratórias e aéreas. Além da deterioração da função respiratória, as doenças ocupacionais são comumente citadas na literatura, como asma (FARIA *et al.*, 2006; KARJALAINEN *et al.*, 2001; MAZUREK, SCHLEIFF 2010; BANHAZI *et al.*, 2008), bronquite crônica (VOGELZANG *et al.*, 1996; VALCIN *et al.*, 2007; THAON *et al.*, 2011; TUAL *et al.*, 2013), rinossinusite (MADSEN *et al.*, 2016) e doença pulmonar obstrutiva crônica (BANG, 2015; ELLIOTT; ESSEN, 2016; MARESCAUX *et al.*, 2016; GUILLIEN *et al.*, 2018).

Para Oliveira (2005), as substâncias químicas estão presentes em todos os produtos utilizados pelo homem, desde o setor agrícola até o setor de saúde pública, sendo empregados para prevenção e cura de doenças.

Diante disso, Mattos e Másculo (2011) afirmam que as características do progresso tecnológico têm elevado a importância desse tipo de risco, já que cada vez mais os processos industriais lançam mão da tecnologia química (e, por decorrência, de substâncias tóxicas).

Para prevenir o risco, Saliba (2008) afirma que primeiramente devem-se adotar medidas que eliminem ou diminuam o uso de agentes prejudiciais à saúde. Em seguida, que previnam a liberação de tais agentes e por último, medidas que reduzam os níveis dos agentes químicos no ambiente de trabalho (SALIBA, 2011 *apud* BELTRAMI e STUMM, 2013).

2.2.3. Riscos Biológicos

Segundo Brasil (2020), os riscos biológicos são microrganismos, parasitas ou materiais originados de organismos que, em função de sua natureza e do tipo de exposição, são capazes de acarretar lesão ou agravo à saúde do trabalhador. Exemplos de agentes biológicos são as bactérias *Bacillus anthracis*, fungo *Coccidioides immitis*, entre outros.

Já para Brasil (2022d), é considerado risco biológico a probabilidade da exposição ocupacional a agentes biológicos. Sendo agentes biológicos os microrganismos, geneticamente modificados ou não; as culturas de células; os parasitas; as toxinas e os príons. Mattos e Másculo (2011) afirmam que os agentes biológicos são aqueles introduzidos nos processos de trabalho pela utilização de seres vivos (em geral, micro-organismos) como parte integrante do processo produtivo, tais como vírus, bacilos, bactérias etc., potencialmente nocivos ao ser humano. Os mesmos autores afirmam que esse tipo de risco pode ser

decorrente, também, de deficiências na higienização do ambiente de trabalho. Tal problema pode viabilizar, por exemplo, a presença de animais transmissores de doenças (ratos, mosquitos etc.) ou de animais peçonhentos (comocobras) nos locais de trabalho.

Brevigliero *et al.* (2019) afirmam que o acesso dos agentes biológicos ao corpo humano pode ocorrer pelo sistema respiratório (nariz), pela pele (também por feridas e arranhões), pelo sistema digestivo (boca) e pela mucosa dos olhos. Os mesmos autores afirmam que os agentes biológicos podem, ainda, ser transportados por partículas de pó ou estar em suspensão no meio ambiente. Desta forma, podem ser encontrados no ar, na água, nas matérias primas, em equipamentos utilizados nas indústrias, na superfície da pele dos trabalhadores, nas superfícies de trabalho etc.

Brasil (2001) explica que as consequências para a saúde da exposição do trabalhador a fatores de risco biológico presentes em situações de trabalho incluem quadros de infecção aguda e crônica, parasitoses e reações alérgicas e tóxicas a plantas e animais.

Nesse sentido, Mattos e Másculo (2011) citam algumas medidas de segurança para manipular agentes biológicos:

- i. Deve ser adotado um manual de segurança e/ou procedimentos nos locais de trabalho;
- ii. O responsável do laboratório ou de produção deve garantir a formação de todos os funcionários na área da segurança e assegurar que tomem conhecimento e apliquem as práticas e procedimentos constantes do manual;
- iii. O símbolo internacional de risco biológico deve ser colocado nas portas dos locais onde se manipulam micro-organismos das classes de riscos II, III e IV;
- iv. Portar óculos de segurança, máscaras, viseiras ou outros equipamentos de proteção sempre que necessário;
- v. Evitar o uso de lentes de contato no local de trabalho;
- vi. Calçado apropriado deve ser usado quando necessário;
- vii. Os trabalhadores têm de lavar cuidadosamente as mãos após o manuseamento de materiais infecciosos, contato com animais e sempre que saírem do laboratório. É fundamental o uso de toalhas descartáveis;
- viii. Todos os procedimentos devem ser efetuados de forma a minimizar a formação de aerossóis;
- ix. O local de trabalho deve manter-se sempre arrumado e limpo;
- x. As superfícies de trabalho devem ser descontaminadas, pelo menos uma vez ao dia ou após qualquer derrame de material potencialmente perigoso;

- xi. Todos os trabalhadores que manipularem produtos biológicos, deverão colher e conservar amostras de soro para que sirvam de referência. De acordo com a natureza do agente manipulado poderão ser necessárias colheitas seriadas e de sangue;
- xii. É primordial existir um programa de controle para o manuseamento de agentes infecciosos.

2.2.4. Riscos Ergonômicos

Mattos e Másculo (2011) afirmam que os riscos ergonômicos são aqueles introduzidos no processo de trabalho por agentes (máquinas, métodos etc.) inadequados às limitações de seus usuários podendo causar desconforto ou afetando sua saúde, ou seja, qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador.

Os mesmos autores dão alguns exemplos de riscos ergonômicos como levantamento de peso, repetitividade de movimentos, postura viciosa de trabalho, em razão do uso de equipamentos projetados sem levar em conta os dados antropométricos da população usuária; dimensionamento e arranjo inadequados das estações de trabalho, provocando movimentação corpórea excessiva; conteúdo mental do trabalho inadequado às características do trabalhador, seja por gerar sobrecarga (estresse), ou por ser desprovidode conteúdo (monotonia).

Baseado nesse conjunto de situações surge a ergonomia, que pode ser definida como o trabalho interprofissional, baseado num conjuntode ciências e tecnologias, que procura o ajuste mútuo entre o ser humano e seu ambiente de trabalho de forma confortável e produtiva (COUTO, 2002).

A ergonomia, também chamada de fatores humanos, é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano e, para Saliba (2015), a ergonomia cuida da adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e eficiência no desempenho.

Stradioto (2019) segue a mesma linha de pensamento afirmando que a ergonomia é uma disciplina que tem como objetivo fornecer sistemas de segurança, bem-estar e desempenho. Isso, necessariamente, inclui uma mistura de conhecimentos de áreas como engenharia, design, medicina e ciências comportamentais, além de gerenciamento de sistemas compatíveis com o ser humano.

Para Karwowsky (2005), tais sistemas incluem uma variedade de produtos, processos e ambientes naturais e artificiais. Assim, a ergonomia lida com uma grande variedade de interesses e aplicações, incluindo o lazer e o trabalho.

De uma forma geral, a ergonomia promove uma visão holística, uma abordagem centrada no

ser humano, aplicada a sistemas de trabalho, considerando os aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais e outros atores relevantes (KROEMER e GRANDJEAN, 2005; WILSON e CORLETT, 1995; SANDERS e McCORMICK, 1993; CHAPANIS, 1996; SALVENDY, 1997; KARWOWSKY, 2005; VICENTE, 2004; STANTON *et al.*, 2004).

A IEA (2003) define três domínios de competência da ergonomia: o físico, o cognitivo e o organizacional.

Os aspectos físicos estão relacionados aos que caracterizam as atividades físicas do corpo humano, tais como os aspectos antropométricos, biomecânicos, anatômicos e fisiológicos. Assim, os aspectos físicos do trabalho estudam a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, bem como aspectos ambientais (ruído, vibração, iluminação, temperatura e agentes tóxicos), projeto de posto de trabalho envolvido com a saúde, segurança, conforto e eficiência.

Os aspectos cognitivos estão focados nos processos mentais que envolvem a percepção, memória, processamento de informação, raciocínio e resposta motora que afeta a interação entre os seres humanos e os outros elementos do sistema. Como exemplo de estudos nesse domínio têm-se: carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação humano-computador, estresse e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

Já os aspectos organizacionais (também conhecidos como macroergonomia) estão relacionados com a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacional, políticas e processos. Exemplos deste último domínio abrangem comunicações, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Como medidas de prevenção, Luz *et al.* (2021) recomendam a utilização de estratégias de educação ergonômica, modificações nas ferramentas de trabalho, realização de exercício aeróbico, método para avaliação de risco, protocolo de vigilância em ergonomia, diário de tarefas; bem como a contextualização com os fatores organizacionais e psicossociais do trabalho.

Karlton *et al.* (2016) ressaltam que esta disciplina fornece uma base sólida para analisar, projetar e criar situações de trabalho de alta qualidade para o trabalhador, bem como o desempenho benéfico em sistemas de operações de diferentes tipos.

2.2.5. Riscos de Acidentes

Os riscos de acidente são aqueles provocados pelos agentes que demandam o contato físico direto com a vítima para manifestar sua nocividade (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Brasil (2001) e Ribeiro (2012) afirmam que os riscos de acidentes estão ligados à proteção das máquinas, arranjo físico, ordem e limpeza do ambiente de trabalho, sinalização, rotulagem de produtos, podendo levar a acidentes do trabalho que resultam em traumatismos em geral (traumatismo craniano, fraturas, amputações, esmagamentos, queimaduras, etc.).

Os fatores mais frequentemente envolvidos na gênese dos acidentes de trabalho, segundo dados do Ministério da Saúde, são os arranjos físicos inadequados do espaço de trabalho, falta de proteção em máquinas perigosas, ferramentas defeituosas, possibilidade de incêndio e explosão, esforço físico intenso, levantamento manual de peso, posturas e posições inadequadas, pressão da chefia por produtividade, ritmo acelerado na realização das tarefas, repetitividade de movimento, extensa jornada de trabalho com frequente realização de hora-extra, pausas inexistentes, trabalho noturno ou em turnos, presença de animais peçonhentos e presença de substâncias tóxicas nos ambientes de trabalho (BRASIL, 2002).

Neto (2020) afirma que este risco, por ser extremamente comum nos ambientes de trabalho, demanda uma análise frequente do impacto na saúde do trabalhador (severidade), com objetivo de introduzir ações preventivas que reduzam a exposição ou a probabilidade de ocorrer um acidente de trabalho.

O mesmo autor afirma que, para manter os trabalhadores protegidos e reduzir a probabilidade de acidente pela exposição, é necessário realizar inspeções de segurança no ambiente de trabalho com foco em medidas preventivas como o fornecimento de equipamentos de proteção coletiva e individuais adequados, todo ambiente deve possuir extintores e saídas de emergência, sinalização adequada, funcionamento de máquinas que cumpram os requisitos mínimos de segurança e saúde proteção das correias, engrenagens e polias, manterem as máquinas em perfeito estado de conservação, limpas e oleadas e treinamento adequado para todos os trabalhadores.

Diante destes conceitos, conhecer os riscos e compreender os danos potenciais causados pelos mesmos contribui para o planejamento correto das medidas de controle, com o objetivo de eliminá-los sempre que possível. Eles podem ainda ser minimizados e neutralizados, sendo constantemente monitorados (BREVIGLIERO, POSSEBON e SPINELLI, 2019).

2.3. CULTURA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

A cultura de segurança foi introduzida pela primeira vez durante o congresso da Agência

Internacional de Energia Atômica (AIEA), realizado na França, em agosto de 1986, como resultado da análise do acidente no reator nuclear de *Chernobyl* em 1986 (LEE, 1998; LLORY, 1999; REASON, 2000).

Neste período, houve uma proliferação de estudos sobre cultura de segurança, como objetivo de conceituá-la e desenvolver instrumentos de avaliação (LEE, 1998; OSTROM; WILHELLMSEN; KAPLAN, 1993).

Segundo Cooper (2000), a cultura de segurança pode ser considerada como um componente da cultura corporativa relativa às características individuais, organizacionais e do trabalho que afetam e influenciam a saúde e segurança ocupacional. Para o mesmo autor, as percepções e atitudes dos empregados sobre segurança no trabalho, o comportamento individual orientado para este fim e o sistema de gestão disponível na empresa para lidar com questões dessa natureza, são os elementos que, combinados, compõem a cultura de segurança da organização.

Para Theobald (2005), a expressão cultura de segurança tem sido utilizada para descrever uma parte da cultura organizacional na qual a segurança é entendida e aceita como sendo a prioridade número um da organização.

Segundo a OIT (2004), a cultura de segurança de um país é o respeito ao direito à segurança no ambiente de trabalho, devendo os governantes, os empregadores e os trabalhadores participarem ativamente na defesa deste direito e o princípio da prevenção deve ser acordado como mais alta prioridade. Para a OIT, o país que tiver esta cultura pode permeá-la para as organizações.

Pontes e Honório (2008) acreditam que no país não faltam leis, normas, diretrizes e os meios existentes suficientes para prevenir a grande maioria das situações de risco a que os empregados se expõem diariamente. Entretanto, apesar de todo o conhecimento e aparato desenvolvido na área de segurança do trabalho, os índices de acidente no trabalho não diminuem em proporções equivalentes. Para Oliveira (2007), a existência de uma cultura de segurança na empresa pode contribuir positivamente para a reversão desse quadro.

Brandstetter *et al.* (2019) afirmam que uma empresa que possua um Sistema de Gestão, gerencie os riscos e que busque sempre investir na segurança do trabalho, é essencial para a redução de acidentes e melhoria do ambiente e o conhecimento do estágio de maturidade da cultura de segurança que a empresa se encontra permite a adoção de medidas corretivas e/ou preventivas a curto e longo prazo.

Porém, o baixo interesse por parte das empresas em conhecer e aplicar as normas de saúde e segurança do trabalho demonstra a falta de uma cultura organizacional voltada para a

segurança do trabalho no país (PEINADO, 2019).

Welter (2014) segue a mesma linha de pensamento afirmando que muitas empresas apresentam resistência em investir em segurança, principalmente por acreditarem que, se optarem por cumprir as normas regulamentadoras, pode comprometer sua receita. No entanto, essa maneira de pensar está equivocada, uma vez que os custos provenientes dos acidentes de trabalho são mais onerosos em comparação aos custos de se investir em uma cultura organizacional de segurança.

É importante frisar que a resistência das empresas em investir em segurança impacta os órgãos públicos, uma vez que, em casos de acidentes de trabalho, cabe ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) administrar a prestação de benefícios, tais como auxílio-doença acidentário, auxílio-acidente, habitação e reabilitação profissional e pessoal, aposentadoria por invalidez e pensão por morte (GIZONI e MARCO, 2018).

Diante disso, Borges *et al.* (2021) notam que no Brasil há ainda um longo caminho a ser trilhado até que haja verdadeiramente uma cultura organizacional voltada para a segurança do trabalho. Faz-se necessário compreender que a segurança laboral gera um ambiente organizado que, por sua vez, tem relação direta com a produtividade da empresa, trazendo, assim, benefícios aos empregados e aos empregadores.

2.4. INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR E A SEGURANÇA DO TRABALHO

As IFES são entidades responsáveis por promover o ensino, a pesquisa e a extensão no Brasil, conforme art. 207 da Constituição Federal - CF (BRASIL, 1988).

A Universidade Pública no Brasil iniciou suas atividades na primeira metade do século XX e teve seu crescimento após a Primeira Guerra Mundial, momento o qual a pesquisa foi exigida em decorrência do crescimento econômico nacional da época (LIMA, 2018; BOTTONI, SARDANO, COSTA FILHO, 2013).

Diante disso, Torres (2019) afirma que com esse crescimento houve primeiro a expansão das UFs por todo território nacional e, conseqüentemente, crescimento tanto dos trabalhadores (docentes, técnicos administrativos, terceirizados e estagiários), como dos alunos. E este conjunto de indivíduos começaram a desenvolver atividades com manipulação de materiais biológicos, perfurocortantes e químicos (STEHLING, 2009). Diante disso, as UFs possuem diversos ambientes com diferentes perigos e riscos à saúde e à integridade física de toda comunidade universitária (TORRES, 2019).

Para Torres (2019), em virtude da natureza e objetivos das UFs, nos seus diversos ambientes

existem não só máquinas e equipamentos, mas também atividades e produtos que dão origem a riscos à saúde e à integridade física da comunidade universitária e, em alguns casos, de toda população residente ao redor dos campi, como, por exemplo, as pesquisas envolvendo materiais radioativos, pois nestes casos pode ocorrer uma contaminação pelo ar, envolvendo grandes áreas.

Neste cenário, Venables e Allender (2007) ensinam que “as universidades têm necessidades complexas por causa dos perigos associados à pesquisa”. Algumas estratégias para tratamento das necessidades e perigos encontrados nas universidades são: as disposições legais; normativas; e boas práticas de segurança e saúde no trabalho (SST) e de meio ambiente.

Diante dessas necessidades, Monroy (2014) afirma que no ano de 2009, o governo assinou o Decreto nº 6833, que instituiu o Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor Público Federal (SIASS) no âmbito do serviço público federal.

E acordo com Brasil (2009), o SIASS possui o objetivo de coordenar e integrar ações e programas nas áreas de segurança do trabalho, assistência à saúde, perícia oficial, promoção, prevenção e acompanhamento da saúde dos servidores da administração federal direta, autárquica e fundacional, de acordo com a política de atenção à saúde e segurança do trabalho do servidor público federal, estabelecida pelo Governo.

2.4.1. Condições e Riscos nos Laboratórios das IFES

As atividades realizadas nos laboratórios universitários abrangem diversas áreas de conhecimento, sendo essenciais para o desenvolvimento de pesquisas científicas, atividades de ensino e extensão universitária. Dessa forma, os laboratórios constituem espaços únicos, com características físicas intrínsecas relacionadas ao tipo de experimento realizado; aos materiais, agentes ou produtos que são manipulados; aos resíduos gerados por estas atividades; dentre outros (SANGIONI *et al.*, 2012; MEDANI *et al.*, 2018).

Os laboratórios são partes essenciais das instituições de ensino e de pesquisa, assim como das indústrias. Em função dos diversos tipos de atividades desenvolvidas, são numerosos os riscos de acidentes provocados por lesões, incêndios, explosões, agentes tóxicos e corrosivos, radiações ionizantes, entre outros (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004).

Além do risco de acidente, Vieira *et al.* (2008) afirmam que os riscos físicos, químicos e biológicos têm representado uma importante ameaça à saúde dos trabalhadores que exercem suas atividades nos ambientes laboratoriais, predispondo-os à ocorrência de acidentes de trabalho que podem acarretar o afastamento temporário ou definitivo do trabalho.

Sangioni (2012) ressalta que a simples presença de um agente de risco em um laboratório não

significa que, necessariamente, ocorrerá uma doença ou um acidente com os indivíduos que desenvolvem suas atividades no ambiente laboral.

Mas, Sangioni *et al.* (2012) afirmam que nas universidades brasileiras a estrutura antiga e muitas vezes adaptada dos laboratórios, que normalmente estão situados em instalações obsoletas, que não foram projetados exclusivamente para essa finalidade, constituem risco adicional de acidentes. A estrutura adaptada compromete a exequibilidade de procedimentos, dificulta ou inviabiliza o atendimento das exigências legais e compromete a saúde e segurança do trabalhador.

Os ambientes laboratoriais das IFES expõem os indivíduos a fatores de riscos, isolados ou em conjunto, inerentes à execução da própria atividade laboral. O aumento do risco pode estar diretamente relacionado com o nível de conhecimento técnico da equipe e de cumprimento de regras de biossegurança e segurança do trabalho, assim como a manutenção de equipamentos e a própria estrutura física.

Diante disso, Salami *et al.* (2018) afirmam que para o trabalhador estar seguro em seu ambiente laboral, neste caso o laboratório, é fundamental que sejam disponibilizados os procedimentos de segurança de cada tipo de análise a ser realizada, as principais características dos produtos a serem manipulados e instrução de trabalho dos equipamentos que irá manipular, bem como os equipamentos de proteção individual necessários para o exercício da profissão.

Grande parte dos acidentes em laboratórios são provocados por imperícia, negligência e até imprudência dos técnicos. Logo, é fundamental a adoção de normas mais rígidas de segurança. No entanto, os profissionais, geralmente, não recebem, nas universidades, instruções adequadas sobre normas de segurança do trabalho, uma vez que são priorizadas as condições técnicas do candidato e raramente é analisado seu conhecimento sobre segurança (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2016).

Cavalli (2015) ainda aponta que alguns motivos que levam ao acidente de trabalho em laboratórios das Universidades Federais estão relacionados à pressa em realizar atividades, falta de EPIs e de conhecimento em procedimentos, utilização de equipamentos e manipulação de produtos químicos e acreditar que o acidente nunca vai acontecer.

Outro fator que merece atenção nas atividades laboratoriais são as condições de trabalho inseguras, tais como: a má utilização de espaços, o tipo de mobiliário, instalações dispostas de forma incorreta e falta de equipamentos de proteção. Essas condições inseguras, muitas vezes, são provocadas pelo fato dos laboratórios serem montados em locais já construídos, os quais não foram desenvolvidos especificamente para essa função (VERGA FILHO, 2008).

Dessa forma, a segurança do laboratório fica comprometida, uma vez que o ideal é que os requisitos de segurança devam ser analisados já em sua montagem, de maneira que os detalhes possam ser previstos no projeto inicial. Estudos como distribuição e tipos de bancadas, capelas, estufas, muflas, tipos de piso, iluminação e ventilação devem ser direcionados em função do tipo de laboratório (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2004).

Nesse sentido, os riscos podem ser minimizados ou até mesmo eliminados, com a adoção de: proteção coletiva, treinamento de segurança para os laboratoristas, uso de equipamentos de proteção individual adequados ao risco, conhecimento e uso da Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), entre outras medidas. No entanto, para que isso ocorra, é necessária a identificação dos riscos ambientais, além dos ergonômicos e de acidentes, pois independentemente, do tipo de atividade exercida em um laboratório, são diversos os riscos existentes, sendo fundamental uma análise dos mesmos (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2016).

E a adoção de métodos que atuem na determinação da causa e na identificação de agentes de risco torna-se imperativo a fim de proteger a saúde de todos os indivíduos e garantir a preservação ambiental (MEDANI *et al.*, 2019).

Diante disso, a implementação da gestão do risco torna-se importante no que tange a garantia de qualidade e segurança de funções e atividades exercidas pelos usuários, pois um laboratório montado segundo as normas e padrões adequados para o seu funcionamento, com equipamentos de segurança, é o requisito essencial para a prevenção de acidentes (CASTRO, 2002).

2.5. GESTÃO DE RISCOS

A Norma NBR ISO 31010 estabelece que todas as atividades em uma organização que envolvem riscos devem ser gerenciados para que ela consiga alcançar seus objetivos. Aponta também que o processo de gestão de riscos permite um entendimento aperfeiçoado dos riscos pois considera incertezas e possibilidades de eventos futuros, auxiliando assim, na tomada de decisão (ABNT, 2012).

Segundo ABNT (2018a), o propósito da gestão de riscos é a criação e proteção de valor nas organizações. A gestão de riscos melhora o desempenho, encoraja a inovação e apoia o alcance de objetivos.

Para Cardella (2016), “gestão de riscos é o conjunto de instrumentos que a organização utiliza para planejar, operar e controlar suas atividades no exercício da função controle de riscos”. Além disso, ressalta-se que ela não se resume à ação de detectar e controlar os possíveis

riscos, mas permite criar um ambiente de melhorias.

Camargo (2011) segue a mesma linha de pensamento afirmando que a Gestão de Riscos garante a execução dos processos ao analisar o ambiente e identificar os riscos, avaliar estes riscos que foram encontrados e ao adotar medidas de prevenção e controle. Isso porque a gestão de riscos atua na mudança do processo de produção, podendo alterar a localização de equipamentos ou ainda substituindo aqueles que podem ocasionar riscos ao trabalhador (DAMODARAN, 2008).

Voltando a gestão de risco para área da segurança do trabalho, Luciano *et al.* (2020) afirmam que o correto gerenciamento da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) reduz riscos de acidentes, promove a saúde e a satisfação dos trabalhadores, além de melhorar os resultados operacionais e a imagem das empresas. E, mesmo não sendo possível eliminar o risco de acidentes, é possível a prevenção através da eliminação de suas causas, que podem decorrer tanto das condições pessoais dos colaboradores quanto das condições existentes no local de trabalho (CASTRO; OKAWA, 2016).

Mas, para prevenir esses riscos, a Norma NBR ISO 45001 estabelece que a organização deve implementar um ou mais procedimentos para identificar os perigos presentes nas atividades e ambientes de trabalho de forma proativa (ao invés de reativa) e contínua para, posteriormente, avaliar estes riscos e avaliar as oportunidades de melhoria na Saúde e Segurança Ocupacional, como eliminar perigos e reduzir riscos; adaptar o trabalho e organizar o ambiente de trabalho; dentre outras oportunidades que possibilitem prevenir ou reduzir efeitos indesejáveis e atingir a melhoria contínua dentro da organização (ABNT, 2018b).

A Norma ISO 31000:2018 fornece princípios e diretrizes genéricas para a gestão de riscos, podendo ser utilizada por qualquer empresa pública ou privada, para uma ampla gama de atividades, incluindo estratégias, decisões, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços e ativos. Pode ser aplicada a qualquer tipo de risco, independentemente de sua natureza, quer tenha consequências positivas ou negativas (ABNT, 2018a).

Seguindo esta linha, a Norma ISO 31010 reconhece que o processo de gestão de riscos (Figura 2) proporciona entendimento aperfeiçoado dos riscos que poderiam afetar o alcance dos objetivos, bem como a adequação e eficácia dos controles em uso. Essas informações são fundamentais aos tomadores de decisão e às partes responsáveis, pois fornecem base para a seleção das abordagens mais apropriadas para a gestão dos riscos. Ademais, a referida norma define que “a saída do processo de avaliação de riscos é a entrada para os processos de tomada de decisão da organização” (ABNT, 2012).

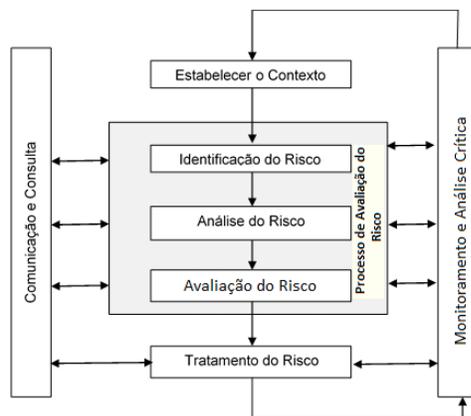


Figura 2 - Processo de Gestão de Risco
Fonte: ABNT (2012)

O processo de avaliação de riscos engloba os elementos centrais da gestão de riscos, definidos na Norma ISO 31000:2018. O processo de avaliação de risco é responsável por identificar, de forma estruturada, como os objetivos podem ser afetados e por analisar o risco em termos de consequências e probabilidades, antes de decidir se são necessários tratamentos adicionais (ABNT, 2018a).

Para Silva (2019), a correta avaliação de riscos auxilia no entendimento do risco e seu potencial impacto na organização fornece informações importantes aos tomadores de decisões, contribui para a seleção adequada de tratamentos ao risco, ampara no estabelecimento de prioridades, colabora para prevenção de incidentes e acidentes, fornece atendimento de requisitos legais, entre outros benefícios. O mesmo autor ainda afirma que a avaliação de riscos depende de comunicação e consulta eficazes com as partes interessadas para obter êxito. O envolvimento das partes interessadas deve ocorrer em todas as fases, e irá auxiliar no plano de comunicação, na definição do contexto, assegurar a identificação de riscos, assim como o apoio para a aplicação do tratamento.

Segundo ABNT (2012), o processo de avaliação de risco pode ser feito em nível organizacional, departamental, para projetos, atividades individuais ou riscos específicos, com a utilização de diferentes técnicas para diferentes contextos. Avaliado o risco, deve se optar por uma ou mais formas de tratamento, caso seja necessário, de forma a alterar (reduzir) a probabilidade de ocorrência e/ou o efeito do risco.

A literatura apresenta diversas técnicas e ferramentas que podem ser empregadas em cada etapa do processo de avaliação de riscos. O Quadro 1 apresenta algumas técnicas classificadas conforme a Norma ISO 31010:2012.

Quadro 1 - Aplicabilidade das técnicas para gestão de risco

Ferramentas e Técnicas	Identificação de Risco	Análise de Risco	Avaliação de Riscos
Brainstorming	AA	NA	NA
Entrevistas Estruturadas ou Semiestruturadas	AA	NA	NA
Delphi	AA	NA	NA
Listas de Verificação	AA	NA	NA
Análise Preliminar de Perigos e Riscos (APR)	AA	NA	NA
Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)	AA	A	A
Análise de Perigos e Pontos Críticos Controle (APPCC)	AA	A	AA
Avaliação de Risco Ambiental	AA	AA	AA
Técnica Estruturada “e se” (SWIFT)	AA	AA	AA
Análise de Cenários	AA	A	A
Análise de Impactos no Negócio	A	A	A
Análise de causa-raiz	NA	AA	AA
Análise de modos de falha e efeito (FMEA)	AA	AA	AA
Análise de árvore de falhas	A	A	A
Análise de árvore de eventos	A	AA	NA
Análise de causa e consequência	A	AA	A
Análise de causa e efeito	AA	A	NA
Análise de camadas de proteção (LOPA)	A	A	NA
Árvore de decisões	NA	AA	A
Análise da confiabilidade humana	AA	AA	A
Análise Bow tie	NA	AA	A
Manutenção centrada em confiabilidade	AA	AA	AA
Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)	A	NA	NA
Análise de Markov	A	A	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	AA
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	A	AA
Curvas FN	A	AA	AA
Índices de risco	A	AA	AA
Matriz de probabilidade/consequência	AA	AA	A
Análise de custo/benefício	A	A	A
Análise de decisão por multicritérios (MCDA)	A	AA	A
Legenda: AA = altamente aplicável / NA = não aplicável / A = aplicável			

Fonte: Adaptado de ABNT (2012)

Nos próximos tópicos serão destacados e detalhados os métodos e técnicas para a identificação, análise e avaliação de riscos, conforme a Norma ISO 31010:2012.

2.5.1. Identificação de riscos

Na fase de identificação de riscos, o objetivo é levantar possíveis perigos (fontes) e riscos presentes em uma situação de trabalho e as pessoas que estão expostas a ele e, para isso, pode-se fazer uso de algumas técnicas, como questionários (*check-lists*), visita técnica e Análise Preliminar de Riscos (ABNT, 2012).

Segundo a Norma ISO 31010:2012, a identificação de riscos é “o processo de encontrar, reconhecer e registrar os riscos” (ABNT, 2012). Nada mais é do que a determinação dos riscos que podem afetar a saúde e segurança dos trabalhadores que atuam em laboratórios de ensino e pesquisa.

Silva (2019) afirma que, nesta etapa, o risco ou o conjunto de riscos devem ser identificados, com o objetivo de gerar relação abrangente de riscos que possam aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos.

Segundo Mattos e Másculo (2011), não existe um método ideal para se identificar riscos. Na prática, a melhor estratégia é combinar os vários métodos existentes, obtendo-se o maior número possível de informações sobre riscos e evitando-se, assim, que a organização seja, inconscientemente, ameaçada por eventuais perdas decorrentes de acidentes.

O método de *check-list* é uma forma simples de identificação de riscos através de uma listagem pré-estabelecida de incertezas criadas com base em processos similares, levando em consideração o perfil e características da organização, que analisa diversos aspectos do sistema. O objetivo é identificar as possíveis deficiências do processo (ABNT, 2012; ROSA, 2018).

Checklists podem ser obtidos em publicações especializadas sobre Engenharia de Segurança e Seguros, junto a corretoras, seguradoras etc., ou serem construídos. Porém, por mais precisos e extensos que sejam, há uma grande chance deles omitirem situações de risco até vitais para uma determinada organização. Para minimizar o problema, os responsáveis pela gestão de riscos devem adaptar tais instrumentos às características e peculiaridades específicas da organização (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Já a visita técnica nada mais é do que a procura de riscos comuns, já conhecidos teoricamente. A aplicação da visita é amplamente realizada para identificação e acompanhamento de possíveis irregularidades que possam vir a ocorrer em uma organização.

Para Mattos e Másculo (2011), o conhecimento teórico facilita a identificação de riscos na visita técnica, pois as soluções possíveis já foram estudadas anteriormente e constam de extensa bibliografia.

Os mesmos autores afirmam que os riscos mais comumente encontrados em uma visita

técnica, entre outros, são: falta de proteção de máquinas e equipamentos; ausência de ordem e limpeza; falta de manutenção das ferramentas; iluminação e instalações elétricas deficientes; pisos escorregadios, precários, em mau estado de conservação; equipamentos de proteção contra incêndio em mau estado de conservação/uso ou insuficientes; falhas de operação.

Outra ferramenta altamente aplicável para identificação dos riscos ocupacionais é a Análise Preliminar de Perigos e Riscos (APR) que é a técnica de investigação utilizada para identificar fontes de perigo, consequências e medidas corretivas simples, sem aprofundamento técnico, resultando em tabelas de fácil leitura (BARSANO; BARBOSA, 2014). Trata-se de uma análise inicial qualitativa e, em geral, é a primeira técnica aplicada durante a análise de riscos de sistemas em fase de concepção e/ou projeto, principalmente quanto ao uso de novas tecnologias que necessitam de maiores e melhores informações sobre os seus riscos (GOMES *et al.*, 2011).

Saboia (2015) afirma que a APR também pode ser empregada como ferramenta de revisão geral de segurança, relevando aspectos despercebidos. De forma que o resultado final de uma APR permite identificar os riscos e as possíveis causas dos mesmos.

Diante da existência de vários métodos e técnicas, a precisão dos resultados depende da descrição adequada das atividades, pois a etapa de identificação de risco é crucial no processo de análise, avaliação e, conseqüentemente, na gestão de riscos, pois gera grande impacto na precisão da tomada de decisão.

2.5.2. Análise de riscos

A análise de riscos está relacionada ao entendimento do risco previamente identificado. Na análise ocorre a determinação das potenciais consequências e suas probabilidades, levando em consideração a existência e a eficácia de eventuais medidas de controle existentes (SILVA, 2019).

Segundo ABNT (2018a), o propósito da análise de riscos é compreender a natureza do risco e suas características, incluindo o nível de risco, onde apropriado e envolve a consideração detalhada de incertezas, fontes de risco, consequências, probabilidade, eventos, cenários, controles e sua eficácia. Um evento pode ter múltiplas causas e consequências e pode afetar múltiplos objetivos.

Para Silva (2019), o índice de risco estimado pela análise, dependerá da adequação e eficácia dos controles existentes. É necessário conhecer esses controles, verificar se são realmente capazes de tratar o risco, e se estão operando de acordo com sua forma pretendida. O nível de eficácia dos controles que irá contrapor o índice de risco pode ser expresso em termos

qualitativa, semiquantitativa, quantitativamente.

O mesmo autor afirma que as análises qualitativas determinam consequência, probabilidade e índice de risco por níveis de relevância ou significância, tais como alto, médio e baixo, pode combinar consequência e probabilidade, e avaliar o nível de risco resultante em comparação com critérios qualitativos. Nos métodos semiquantitativos são utilizadas escalas de classificação numérica para consequência e probabilidade que são combinadas e produzem o índice de risco através de fórmula. Essas escalas podem ser lineares ou não.

Já a análise quantitativa estima valores práticos para consequências e suas probabilidades, e produz valores do índice de risco em unidades específicas definidas quando se desenvolveu o contexto (ABNT, 2012).

2.5.3. Avaliação de riscos

A avaliação de risco consiste em uma atividade planejada na qual se deseja identificar e remediar perigos antes que os acidentes ou quase acidentes aconteçam, agindo de forma antecipatória (KJELLÉN & ALBRECHTSEN, 2017).

A norma ISO 31010:2012 afirma que a avaliação de riscos consiste em comparar o índice de risco encontrado durante o processo de análise com os critérios de risco estabelecidos quando o contexto foi considerado. Utiliza-se da compreensão do risco, obtida durante a análise, para tomadas de decisões sobre futuras ações. As decisões podem incluir a definição se o risco precisa de tratamento, quais as prioridades para implementação do tratamento, se a atividade deve ser realizada, qual rumo alternativo deve se tomar (ABNT, 2012).

Para descrever ou avaliar/medir os riscos, são usadas diversas técnicas, entre elas, a Análise de Decisão por Multicritérios (MCDA) (ABNT, 2012).

Para a Norma ISO 31010:2012 (ABNT, 2012), a MCDA, técnica a ser adotada para o presente trabalho, tem como objetivo utilizar uma faixa de critérios para avaliar de forma objetiva e transparente o valor global de um conjunto de opções. Em geral, o objetivo global é produzir uma ordem de preferência entre as opções disponíveis. A análise envolve o desenvolvimento de uma matriz de opções e critérios que são classificados e agregados para fornecer uma pontuação global para cada opção.

2.6. ANÁLISE DE DECISÃO POR MULTICRITÉRIOS (MCDA)

Para Ribeiro *et al.* (2017), a tomada de decisão com múltiplos critérios (MCDA) pode ser

definida como métodos e procedimentos que auxiliam na tomada de decisão com critérios múltiplos e conflitantes. Khaira e Dwivedi (2018) complementam que o MCDA é útil quando a alternativa com os melhores valores para a decisão não está clara devido ao conflito de critérios e opiniões.

Marttunen *et al.* (2017) afirmam que um componente importante e complexo das decisões tomadas com o auxílio do MCDA são as diferentes perspectivas, valores e preferências dos responsáveis e impactados. Nesse sentido, Marttunen *et al.* (2017) também informam que muitos métodos e softwares definem o campo do MCDA, baseando-se em princípios diferentes e aplicando procedimentos variados para pontuação, ponderação e agregação. Muitas aplicações recentes da MCDA não se concentram apenas em escolher entre alternativas, em maior parte na exploração das alternativas, facilitando a comunicação, melhorando o aprendizado e apoiando a descoberta de soluções conjuntas.

A metodologia AHP é o processo preferido em relação a outros do MCDA por lidar com parâmetros objetivos e subjetivos, quantitativos e qualitativos, tendo um resultado preciso e fornecendo aos tomadores de decisão uma abordagem intuitiva e de senso comum entre os especialistas abordados, que avaliam a importância de cada elemento de uma decisão por meio de um processo de comparação entre pares (SHEN, 1997; DAS, POH, CHEW, 2009; HASSANAIN *et al.*, 2015).

2.6.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

A técnica AHP foi desenvolvida por Thomas Lorie Saaty em 1970. O fundamento do método de análise hierárquica é a decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (SAATY; VARGAS, 2012a).

O *Decision Support Systems Glossary* define o AHP como “uma aproximação para tomada de decisão que envolve estruturação de multicritério de escolha numa hierarquia. O método avalia a importância relativa desses critérios, compara alternativas para cada critério, e determina um ranking total das alternativas” (VETSCHERA; WALTERSCHEID, 1995).

Para Saaty (2008), todo indivíduo é necessariamente um tomador de decisão. Mas, para auxiliar na decisão, o método AHP possui ferramentas que coletam informações que auxiliam na compressão dos problemas, a fim de desenvolver bons julgamentos para tomar decisões sobre essas ocorrências. Apesar disso, nem todas as informações são úteis para melhorar a compreensão e os julgamentos. Se as decisões fossem tomadas apenas intuitivamente, inclinasse a acreditar que todos os tipos de informação são úteis e quanto maior a quantidade, melhor.

Mas isso não é verdade, pois de acordo com Saaty (2008), existem inúmeros exemplos demonstrando que muita informação é tão ruim quanto pouca informação. Portanto, saber mais não garante que o objetivo seja entendido da melhor maneira.

Saaty e Vargas (2012b) afirmam que o benefício do método é que, como os valores dos julgamentos das comparações paritárias são baseados em experiência, intuição e também em dados físicos, o AHP pode lidar com aspectos qualitativos e quantitativos de um problema de decisão. Portanto, o AHP inclui e mede todos os fatores importantes, qualitativa e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis, para aproximar-se de um modelo realista.

Para Russo e Camanho (2015), os procedimentos do AHP para auxílio na tomada de decisões em problemas complexos envolvem seis etapas essenciais, conforme a Figura 3.

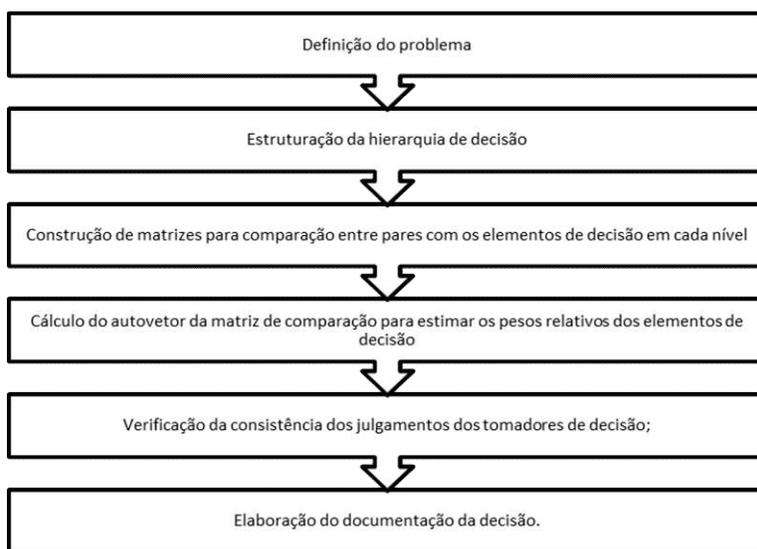


Figura 3 - Descrição das etapas de aplicação do método AHP
Fonte: Adaptado de Russo e Camanho (2015)

Para Silva (2007), a parte mais criativa de tomadas de decisão que tem efeito significativo no resultado é a modelagem do problema. Saaty (1991) explica que a priorização envolve explicitar julgamentos de questões de dominância de um elemento sobre outro quando comparados a uma prioridade. Assim, afirma que o princípio básico a se seguir na definição do problema e na criação da estrutura é sempre tentar responder a seguinte questão: posso comparar os elementos de um nível abaixo usando alguns ou todos os elementos no próximo nível superior como critérios ou atributos dos elementos do nível inferior?

Antes de elaborar a forma de uma hierarquia, Saaty (1994a) fornece sugestões úteis para a definição do problema: (1) identificar o problema geral. Definir a questão principal; (2) identificar os sub-objetivos do objetivo geral. Caso relevante, identificar o horizonte de tempo

que afeta a decisão; (3) identificar os critérios que devem ser satisfeitos para satisfazer os sub-objetivos do objetivo geral; (4) identificar os sub-critérios abaixo de cada critério. Vale ressaltar que critérios e sub-critérios podem ser especificados em termos de faixas de valores de parâmetros ou em termos de intensidades como alta, média, baixa; (5) identificar os atores envolvidos; (6) identificar os objetivos dos atores; (7) identificar as políticas dos atores.

Logo, a partir da definição do problema, deve-se estruturar a hierarquia da decisão que, segundo Saaty e Vargas (2012a), pode ser composta por três níveis básicos, conforme Figura 4: o objetivo da decisão no nível superior, seguido dos critérios no segundo nível e as alternativas no terceiro nível, organizando-se os fatores que afetam as decisões em etapas graduais.



Figura 4 - Estrutura hierárquica do Analytic Hierarchy Process
Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012a)

Com a estrutura hierárquica montada, realiza-se a análise das prioridades das alternativas que são julgadas a partir de experiência e conhecimento de especialistas através de comparação entre pares com uma escala de importância que varia de 1 a 9, conforme o Quadro 2 proposta por Saaty (1994b).

Quadro 2 - Escala Fundamental de Saaty

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Igual importância	Contribuição idêntica
3	Fraca importância	Julgamento levemente superior
5	Forte importância	Julgamento fortemente a favor
7	Muito forte importância	Dominância reconhecida
9	Importância absoluta	Dominância comprovada
2,4,6,8	Valores intermediários	Dúvida

Fonte: Adaptado de Saaty (1994b)

De acordo com Lin, Ali e Alias (2015), as comparações são feitas indicando o quanto uma característica domina outra em relação a um determinado atributo. Os mesmos autores indicam ainda diversas aplicações com o número de especialistas abaixo de 10, justificando que o método necessita de mais informação com qualidade do que quantidade.

Saaty (1980) afirma que as comparações par a par são realizadas a partir de uma matriz quadrada 'n x n', em que as linhas e colunas são representadas pelos critérios estabelecidos na estrutura hierárquica. Os elementos a_{ij} , que são calculados de acordo com as equações 1 e 2:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \text{ se } i \neq j \quad (1)$$

$$a_{ij} = 1, \text{ se } i = j \quad (2)$$

são os valores atribuídos da escala de Saaty que indicam a importância das características de E_i em relação à E_j , sendo a diagonal da matriz sempre igual a 1, pois compara a mesma característica, conforme Figura 5 (SARDINHA, 2017).

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} j \\ E_1 & E_2 & \dots & E_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} i \\ E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & & \\ a_{21} & 1 & & \\ & & \dots & \\ & & & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Figura 5 - Matriz de comparações genéricas
Fonte: Sardinha (2017)

Para Ho (2008), uma das maiores vantagens do método AHP é a verificação de consistência dos julgamentos, que é importante, pois as comparações são realizadas com informações pessoais ou subjetivas o que pode gerar incoerências. Ou seja, essa verificação tem como propósito apurar se os julgamentos exercidos pelos decisores é coeso (TEKNOMO, 2006). Para que a Razão de Consistência (RC) dos julgamentos seja obtida é necessário, primeiramente, obter o Índice de Consistência (IC) pela Equação 3.

Sendo na ordem da matriz e $\lambda_{\text{máx}}$ o autovalor máximo da matriz de comparação pareada (ANJOMSHOAE, HASSAN, WONG; 2019, p. 7).

$$IC = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n-1)} \quad (3)$$

Deve-se contar também com o Índice de Consistência Randômico (IR), auferido conforme a ordem da matriz, ditada pelo número de critérios ou alternativas a serem avaliados. Os valores possíveis são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de consistência randômico

Ordem da Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

IR	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012b)

Finalmente, a RC pode ser calculada com a Equação 4.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (4)$$

Saaty e Vargas (2012b) apontam que para os julgamentos serem considerados consistentes, a RC deve ser menor ou igual a 0,1, pois pelo fato de se trabalhar com valores subjetivos, pode haver inconsistências nos dados obtidos dos especialistas, os quais devem ser cuidadosamente avaliados por intermédio do grau de consistência. De acordo com Saaty (1980), os julgamentos com razão de consistência acima de 0,1 deverão ser revistos ou não poderão ser utilizados para a priorização.

Após a realização de todas as comparações entre pares e a verificação de consistência das informações, o processo poderá ser finalizado com a classificação de prioridade de cada critério e alternativa.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Metodologia científica é o estudo lógico e sistemático dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Segundo Gil (2007), para a realização de uma boa investigação científica, o pesquisador necessita de métodos e procedimentos que vão desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Diante disso, este presente Capítulo buscou descrever os procedimentos metodológicos aplicados no desenvolvimento do trabalho, detalhando todas as ações desenvolvidas durante o processo de pesquisa para o atendimento do seu objetivo, no sentido de responder às questões propostas pelo pesquisador.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza, a presente pesquisa caracterizou-se como aplicada, pois não busca apenas gerar o progresso científico, mas também tem por objetivo que seus resultados gerem aplicações práticas para solucionar problemas na realidade (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa foi descritiva, pois visa descrever, registrar, analisar e interpretar fenômenos (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Do ponto de vista da abordagem, a pesquisa foi qualitativa, sendo que o papel do pesquisador, de acordo com Ganga (2012), é obter as informações segundo a visão dos indivíduos, bem como observar e coletar evidências que possibilitem interpretar o ambiente em que a problemática ocorre e realizar levantamentos bibliográficos que estimulem a compreensão do problema.

Do ponto de vista do procedimento, o método definido para esta pesquisa foi o estudo de caso, o qual, segundo Yin (2009), é um método que investiga fenômenos sociais contemporâneos nos quais o pesquisador não pode manipular comportamentos relevantes que influenciam e/ou alteram seu objeto de estudo. O método possibilita ao pesquisador lidar com uma ampla variedade de evidências, provenientes de análise documental, visitas de campo, entrevistas e observação participativa.

Diante disso, nesta dissertação foi explorado o fenômeno Risco Ocupacional no contexto do laboratório de uma IFES.

Além disto, o estudo de caso é útil para investigar novos conceitos, bem como para verificar como são aplicados e utilizados na prática elementos de uma teoria (YIN, 2009).

Para que a aplicação deste método ocorra com êxito, foram utilizadas as etapas mencionadas por Yin (2009) para um estudo de caso, vistas na Figura 6.

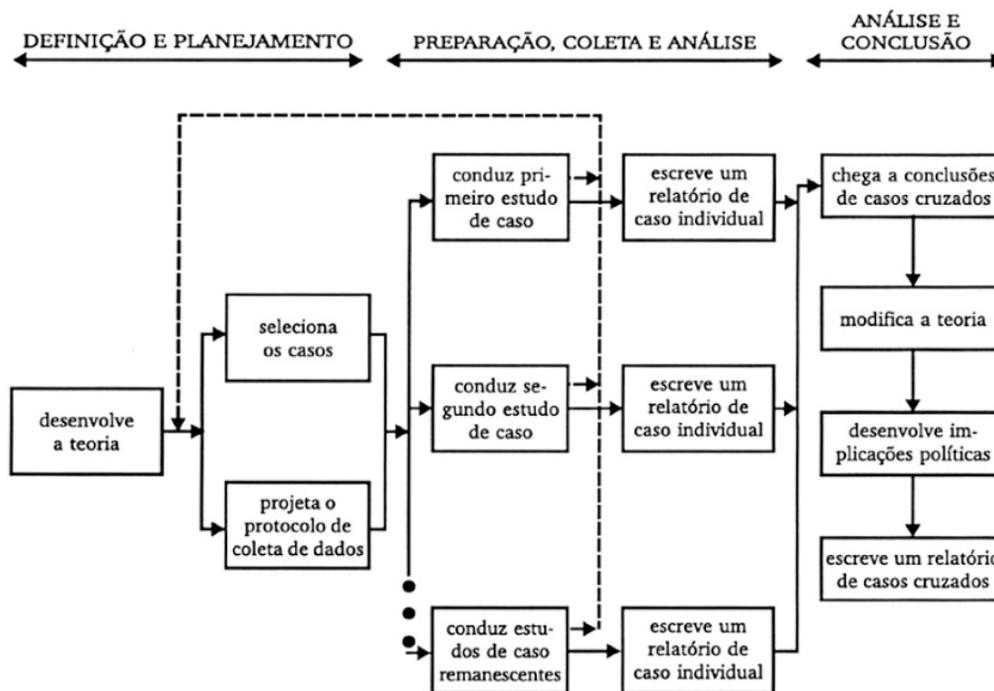


Figura 6 - Descrição das etapas de desenvolvimento de um estudo de Caso
Fonte: Yin (2009)

3.2. DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Yin (2009) afirma que a primeira etapa é a de definição e planejamento de todo o projeto de pesquisa, isto é, a preparação de tudo que será trabalhado ao longo do estudo. Baseado nisso, então, definiu-se qual o problema será explorado pelo presente trabalho. Determinou-se que seriam identificados e analisados os riscos ocupacionais presentes no laboratório de uma IFES e proposto o método AHP como ferramenta para priorizar os riscos ocupacionais identificados para facilitar as ações de controle na Universidade Federal.

3.2.1. Local de Estudo

Segundo Silva *et al.* (2021), o estudo de caso é uma investigação de uma unidade específica, situada em seu contexto e selecionada de acordo com critérios pré-determinados.

Diante disso, foi constatado através dos Programas de Prevenção de Riscos Ambientais, Programas de Gerenciamento de Riscos e Inspeções técnicas de segurança que os trabalhadores que realizam as atividades no laboratório de pesquisa e didáticos da IFES possuem grande exposição a riscos ambientais.

Portanto, o estudo foi realizado no Laboratório de Processos e Projetos Ambientais do

Departamento de Química, ilustrada nas Figura 7 e 8, de uma IFES localizada no Sul do Brasil.



Figura 7 - Estrutura física do Laboratório de Processos e Projetos Ambientais
Fonte: Autoria Própria



Figura 8 - Estrutura física do Laboratório de Processos e Projetos Ambientais
Fonte: Autoria Própria

O laboratório foi selecionado levando em consideração os seguintes critérios: maior complexidade nas atividades desempenhadas nos ambientes laborais e maior número de atividades com exposição aos riscos ocupacionais.

O pesquisador, como Engenheiro de Segurança do Trabalho do quadro de servidores efetivos de uma IFES no sul do Brasil, observou durante as visitas técnicas periódicas inerente ao cargo e conversando com os docentes e técnicos que exercem suas atividades nos ambientes da IFES, que o Laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LabPPAM) do departamento de química possui diversos fatores no ambiente que podem influenciar a segurança do trabalhador e qualidade do serviço público prestado, com maiores probabilidades de ocorrerem acidentes do trabalho.

No laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LabPPAM) são realizadas pesquisas em Química Ambiental Analítica, análise de contaminantes ambientais, análise e estudo de sorção de contaminantes inorgânicos (metais e não metais) em diferentes matrizes e pirólise de biomassa para a formação de biocarvão. A estrutura do laboratório consiste em paredes e teto em alvenaria, piso de taco de madeira e iluminação natural por janela e artificial por lâmpadas. O laboratório dispõe de uma bancada em cimento com tampo emborrachado e outra em granito no centro da sala, bancadas em alvenaria com revestimento cerâmico e com duas pias nas laterais da sala. Possui quatro capelas de exaustão, uma mufla, três estufas, uma centrífuga, destilador de ácidos, liofilizador, balança analítica, dessecadores, um sistema de água ultrapura, um moinho de facas, um moinho de bolas, um sistema de refrigeração, um banho ultrassônico, uma mesa agitadora, um banho de Dubnoff, duas bombas de vácuo, dois cilindros de Nitrogênio e diversas vidrarias.

3.2.2. Pesquisa Bibliográfica

Em seguida, realizou-se uma pesquisa bibliográfica dos principais assuntos relacionados ao tema principal do trabalho. Isso se deu com o objetivo de fornecer o entendimento necessário para seu desenvolvimento e compreensão acerca dos riscos ocupacionais presentes nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa.

Gil (2007) afirma que a partir do material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos, é desenvolvida a pesquisa bibliográfica, a qual compõe quase todos os tipos de trabalho (Figura 9).

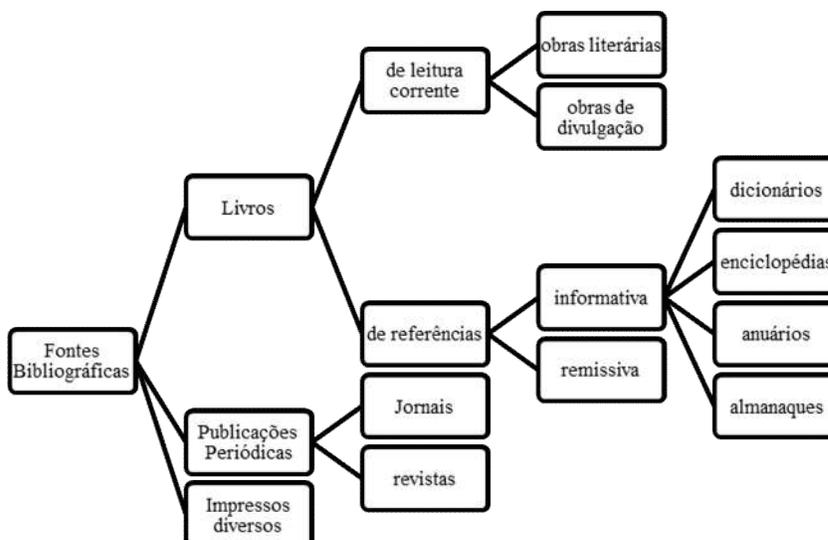


Figura 9 - Classificação das fontes bibliográficas

Fonte: Gil (2007)

Em um primeiro momento, foram analisados e coletados os livros, artigos científicos, teses e dissertações dentro de cada tema, através de bibliotecas físicas e digitais, nas bases de dados Elsevier, Scopus, Web of Science, Scielo, Google Acadêmico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Periódicos da CAPES.

Deste modo, foi realizada a pesquisa sobre os temas de gestão de riscos, normas internacionais como a ISO 31000, ISO 45001, BS 8800 e OHSAS 18001, ferramentas de análise de riscos, riscos ambientais, estudo do método AHP aplicado na segurança do trabalho, sendo desenvolvido o primeiro Capítulo (introdução, objetivos, justificativa, questões de pesquisa e delimitações) e, logo após, havendo uma exploração ainda mais detalhada do material, sendo desenvolvido no Capítulo 2 (Referencial Teórico).

3.2.3. Definição dos Métodos de Coleta de Dados

Para desenvolver o processo de avaliação de riscos, é necessário utilizar os critérios estabelecidos na norma ISO 31000:2018, portanto, no primeiro momento foi preciso definir o estabelecimento do contexto. Neste caso, foi determinado os parâmetros básicos, internos e externos relevantes, além de estabelecido o escopo e os critérios para todo o processo. Nesta etapa foi definido que durante a coleta de dados serão identificados os riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente para serem posteriormente analisados e avaliados.

Após definido o contexto, foi determinado os métodos que serão utilizados no processo de avaliação dos riscos, que incluem etapas de identificação, análise e avaliação de riscos. O resumo das técnicas utilizadas nesta pesquisa são apresentadas na Figura 10, conforme

recomendações da Norma ISO 31000:2018.

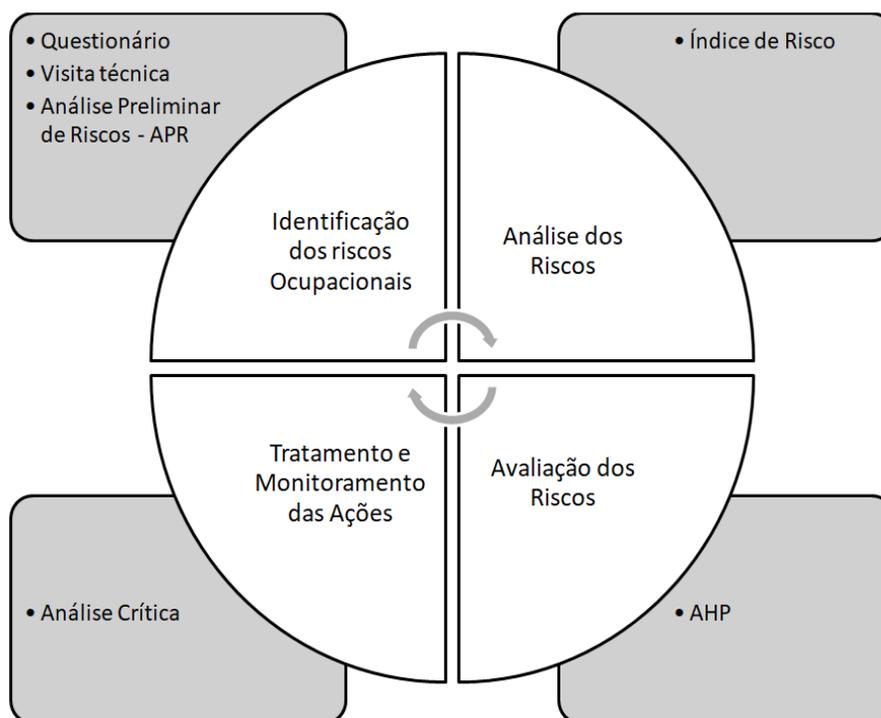


Figura 10 - Métodos utilizados no processo de avaliação de riscos
Fonte: Adaptado de ABNT (2018a)

Vale ressaltar que com intuito de completar as etapas da gestão de riscos foi necessário, ao menos, sugerir algumas medidas de tratamento para os riscos que necessitam de controle, uma vez que a melhoria contínua é um dos principais objetivos de qualquer sistema de gestão que pretende buscar de forma recorrente o aperfeiçoamento do sistema, a fim de alcançar, gradativamente, melhores níveis de desempenho global em qualquer organização pública ou privada.

3.3. PREPARAÇÃO, COLETA E ANÁLISE

3.3.1. Realização da Coleta de Dados

A Coleta de dados começou com a análise e caracterização do laboratório, sendo coletadas informações mais aprofundadas acerca da estrutura física, das atividades realizadas no laboratório, quantidade de pessoas (docentes, técnicos e alunos) que realizam suas atividades nesse ambiente.

Logo após, foi realizada a identificação, análise e avaliação dos riscos conforme a Norma ISO 31000:2018. A seguir, serão apresentados detalhadamente todos os métodos que serão adotados em cada fase.

➤ **Etapa 1: Identificação de Riscos**

Segundo Voss *et al.* (2002), ao coletar determinados dados, é importante procurar as pessoas mais bem informadas sobre o tema a ser pesquisado.

Para os mesmos autores, normalmente, a principal fonte de dados do estudo de caso são entrevistas estruturadas, muitas vezes apoiadas por entrevistas e interações não estruturadas. Outras fontes de dados podem incluir observação pessoal, conversas informais, participação em reuniões e eventos, pesquisas administradas dentro da organização, coleta de dados objetivos e revisão de fontes de arquivo.

De acordo com Brasil (2020), as organizações devem adotar mecanismos para consultar os trabalhadores quanto à percepção de riscos ocupacionais. Seguindo esta linha, a Norma ISO 31000:2018 define que convém que ocorram consultas com as partes interessadas ao longo de todo o processo de gestão de riscos, pois a consulta envolve obter retorno e informação suficiente para facilitar a supervisão dos riscos, auxiliar a tomada de decisão, construir um senso de inclusão e propriedade entre os afetados pelo risco e assegurar que pontos de vista diferentes sejam considerados apropriadamente ao se definirem critérios de risco e ao se avaliarem riscos.

Diante disso, foi aplicado um questionário (Anexo A) semi-estruturado adaptado, propostos por Amorim (2017) e Stehling (2013) destinado à identificar riscos na percepção dos servidores e alunos dentro do laboratório de ensino e pesquisa.

O questionário apresentado no Anexo A foi preenchido na plataforma do Google Forms pelos servidores e alunos do laboratório e contém 32 questões, tendo seu conteúdo como referência as diretrizes de sistema gestão de SST da Organização Internacional do Trabalho (OIT); ISO 45001; e ISO 31000.

Para adequar ao tema proposto nesta pesquisa, no questionário do Anexo A foram inseridas as perguntas sobre “Percepção quanto ao risco” e “Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva” do questionário proposto por Stehling (2013) e inseridas perguntas sobre “Atuação da Instituição na prevenção de riscos” do questionário proposto por Amorim (2017), sendo o questionário dividido da seguinte forma:

O primeiro bloco é destinado à informações gerais e ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do Questionário.

O segundo bloco contém quatro perguntas e é destinado à identificação do laboratório de atuação e o tempo de atuação nos laboratórios.

O terceiro bloco contém 18 perguntas e é destinado à percepção quanto ao risco, incluindo fatores de riscos e os perigos químicos, físicos, biológicos, acidente e ergonômico a que estes indivíduos estão expostos dentro dos laboratórios.

O quarto bloco do questionário possui quatro perguntas e trata sobre temas relacionados a proteção individual e coletiva, tais como: a entrega e qualidade dos equipamentos de proteção individual.

O quinto bloco do questionário possui seis perguntas relacionadas à atuação da IFES na prevenção de riscos como a atuação dos representantes e dos profissionais da segurança do trabalho da organização; o trabalho seguro; os treinamentos de segurança do trabalho; a limpeza e conservação das frentes de trabalho.

No questionário não há identificação dos entrevistados e foi aplicado pessoalmente pelo pesquisador, em momentos que o entrevistado considerasse que não havia empecilhos às suas atividades, considerando os aspectos éticos para que em nenhum momento da pesquisa pudessem passar por constrangimentos advindos do ambiente de trabalho, do estudo ou da pesquisa em que se encontravam. Durante o preenchimento, o pesquisador esclareceu dúvidas evitando-se erros de interpretação por parte dos entrevistados.

Os resultados foram exportados para uma planilha em Microsoft Excel, os quais foram computados e levados em consideração na análise de resultados.

Juntamente com a aplicação do questionário, foi realizado o reconhecimento *in loco* das situações de trabalho, dos processos e ambiente laboratorial por meio de visitas técnicas, observação pessoal e entrevistas com os servidores para identificar os riscos ocupacionais. Foram utilizadas ferramentas como levantamento fotográfico das atividades e preenchimento da planilha de Análise Preliminar de Riscos (APR) conforme modelos dos Quadros 3 e 4 que consistem em planilhas na qual conterão informações como número de servidores expostos, descrição do local de trabalho, local onde há o risco, o fator do risco identificado, as causas da exposição, possíveis consequências, medidas de controle existentes, medidas de controle necessárias e período de exposição ao risco.

Quadro 3 - Modelo de Reconhecimento Preliminar do Ambiente

RECONHECIMENTO DO AMBIENTE		
Laboratório:	Nº de pessoas expostas:	Data da visita técnica:
Descrição das atividades:		
Descrição do local de trabalho:		

Fonte: Autoria própria

Quadro 4 - Modelo de APR utilizado para identificação de riscos

APR – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS)					
Classe de Risco	Fator de Risco	Causas	Possíveis Consequências	Medidas de Controle Existentes	Período de Exposição

Fonte: Adaptado de ABNT (2012)

Para cada classe de risco identificado como Químico, Físico, Biológico, Ergonômico e de Acidente, foi especificado o respectivo fator causador deste risco como ruído, calor, qual produto químico, o tipo de equipamento, entre outros e posteriormente serão analisados tendo em conta a sua severidade e probabilidade de ocorrência.

O uso dessas técnicas possuiu o intuito de identificar de forma rápida e assertiva os perigos e situações perigosas que podem causar danos para a saúde e segurança dos trabalhadores que atuam nos laboratórios.

➤ **Etapa 2: Análise de Riscos**

A partir da elaboração da APR foi possível determinar o índice de cada risco, para sua posterior classificação por meio da aplicação do método AHP. Desta forma, foi possível avaliar os riscos e determinar quais são os mais críticos e relevantes, direcionando o desenvolvimento de medidas de tratamento e controle de riscos de forma objetiva, organizada e criteriosa.

De acordo com ABNT (2012), o índice de risco pode fornecer uma boa ferramenta para analisar e classificar diferentes riscos e permite que múltiplos fatores que afetam o nível de risco sejam incorporados em uma única pontuação numérica.

O índice de risco foi o resultado da soma da severidade e probabilidade do risco que, por sua vez, foi definida em função das deficiências que contribuem para o acontecimento não desejado e do nível de exposição observados (Figura 11).

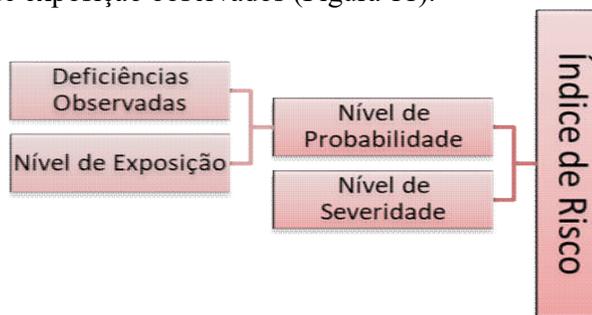


Figura 11 - Fluxograma para Determinação do Índice de Risco

Fonte: Adaptado de ABNT (2012)

O modelo proposto apresentou para efeito da análise do risco os seguintes parâmetros como fatores de risco: nível de exposição e controle do risco (probabilidade) e efeito do impacto (severidade).

O nível de exposição ao perigo avaliou o quanto as pessoas interagem ou estão expostas ao agente ou situação perigosa. No Quadro 5, estão os pontos aplicados às respectivas situações operacionais e suas respectivas categorias de ocorrência.

Quadro 5 - Nível de exposição

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	NÍVEL
Altamente BAIXA	Menos de uma vez por ano.	1
BAIXA	Mais de uma vez por ano e menos de uma vez por mês.	2
MÉDIA	Mais de uma vez por mês e menos que uma vez por semana.	3
ALTA	Mais de uma vez por semana.	4
Muito ALTA	Todos os dias.	5

Fonte: Adaptado da Norma British Standard8800 (2004)

Os controles disponíveis associados aos riscos avaliou a extensão de proteção ou prevenção proporcionada pelo controle adotado ao perigo do processo e a sua eficácia.

O Quadro 6, tal como preconiza a Norma BS 8800, determinou os parâmetros de controle que foram analisados de acordo com as deficiências observadas na visita técnica e levando em consideração os questionários respondidos pelos trabalhadores.

Quadro 6 - Controle associado aos riscos

CONTROLE	DESCRIÇÃO	NÍVEL
Deficiente	- Se não existir nenhum item de controle que possibilite reduzir ou eliminar a probabilidade de ocorrência do risco, ou - Se existir um item de controle, mas que a sua falha venha provocar a potencialização do risco.	3
Razoável	- Se existir algum item de controle que possibilite reduzir ou eliminar a probabilidade de ocorrência do risco, e - Se a eficácia do item de controle dependa do fator humano, não eliminado e nem reduzido totalmente o risco.	2
Eficaz	- Se existir algum item de controle que possibilite reduzir ou eliminar a probabilidade de ocorrência do risco, e - Se a eficácia do item de controle não dependa do fator humano, eliminado e nem reduzido totalmente o risco.	1

Fonte: Adaptado da Norma *British Standard*8800 (2004)

A próxima etapa da análise foi avaliar os fatores de riscos referentes ao nível de severidade do risco. Nesta etapa foi avaliado a possível consequência propagada, no indivíduo, nas instalações e no meio ambiente. O Quadro 7 demonstra o critério de análise.

Os parâmetros do nível de severidade foram analisados levando em consideração as pesquisas bibliográficas, documentos de segurança do trabalho e a Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).

Quadro 7 - Nível de Severidade

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO	NÍVEL
Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> - Não ocorrem lesões/mortes na força de trabalho e /ou de pessoas extra-muro. Podem ocorrer casos de primeiros socorros ou tratamento médico sem afastamento - Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos ou instalações. - Sem danos ou com danos mínimos ao meio ambiente 	1
Levemente prejudicial	<ul style="list-style-type: none"> - Lesões leves na força de trabalho. Ausência de lesão extra-muros. - Danos leves aos equipamentos ou instalações, controláveis e/ ou de baixo custo de reparo. - Danos devido a situações ou valores considerados toleráveis entre níveis mínimo e médio. (conforme critério de tolerabilidade dos órgãos ambientais competentes) 	2
Prejudicial	<ul style="list-style-type: none"> - Lesões de gravidade moderada na força de trabalho ou em pessoas extra-muros. Lesões leves em pessoas extra-muros. - Danos severos a equipamentos ou instalações - Danos devido a situações ou valores considerados toleráveis entre níveis médio e máximo. (conforme critério de tolerabilidade dos órgãos ambientais competentes) 	3
Extremamente prejudicial	<ul style="list-style-type: none"> - Provoca morte ou lesões graves em uma ou mais pessoas (na força de trabalho e /ou em pessoas extra-muros). - Danos irreparáveis a equipamentos ou instalações (reparação lenta ou impossível) - Danos devido a situações ou valores considerados acima dos níveis máximos toleráveis (conforme critério de tolerabilidade dos órgãos ambientais competentes) 	5

Fonte: Adaptado da Norma *British Standard* 8800 (2004)

A partir das análises de probabilidade e severidade para cada risco identificado, foi possível expandir e melhorar a planilha da APR, estabelecendo os Índices de Risco de acordo com os seguintes critérios: local, classe do risco ambiental, fator de risco, causas do risco, possíveis consequências, medidas de controle existentes no ambiente, período de exposição, nível de exposição, controle de riscos associados, nível de severidade e índice de risco.

Conforme Silva (2019), definiu-se que para valores de Índice de Risco inferiores a 4, o risco será considerado mitigado, ou seja, não requer ação adicional, mantendo o monitoramento da condição. Já para valores maiores que 4 e inferiores a 12, o risco será considerado parcialmente mitigado, portanto, necessita de ações complementares para tratar o risco. E, finalmente, para valores superiores a 12, o risco será considerado crítico, com a recomendação que se interrompa a atividade até que alguma ação de controle adicional seja implementada e sugere-se, posteriormente, uma avaliação mais detalhada desse risco.

3.3.2. Avaliação dos Riscos pelo método AHP

Há diferentes tipos de métodos para avaliar os riscos ocupacionais, como a Matriz de Risco que é um meio de combinar classificações qualitativas ou semiquantitativas de consequências

e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco. Porém, segundo ABNT (2012), esta técnica é muito subjetiva e tende a uma variação significativa entre os classificadores, usando a matriz os riscos não podem ser agregados (ou seja, não se pode definir que um número específico de baixos riscos ou um baixo risco identificado um número específico de vezes seja equivalente a um risco médio) e a sua utilização dificulta a combinação e comparação do nível de risco para diferentes categorias de consequências.

Diante dessas limitações, na fase de avaliação dos riscos foi adotado o método AHP pois, de acordo com Rivas (2016), este método prioriza as opções de tratamento de riscos, é uma metodologia bem-comprovada, é intuitivo e fácil de usar, cria o alinhamento em torno das prioridades de critérios e há uma validação da consistência, evitando com que os tomadores de decisão cometam erros e sejam inconsistentes nas análises.

Para o desenvolvimento deste método foi seguido as seis etapas propostas por Russo e Camanho (2015) e serão detalhadas nos tópicos a seguir.

➤ **Etapa 1: Definição do problema e dos tomadores de decisão**

A primeira etapa para realização do método AHP foi a definição do problema que foi a avaliação dos riscos ocupacionais identificados no laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LabPPAM) da IFES. Esta etapa foi realizada com base nos dados coletados nas fases de identificação e análise dos riscos.

Sendo assim, o objetivo principal da aplicação do AHP foi definido através da priorização dos riscos ocupacionais presentes nos ambientes de trabalho para que a IFES possa investir esforços e recursos para adotar medidas e ações de prevenção ou correção, no sentido de baixar a magnitude dos riscos para valores considerados toleráveis ou não significativos ao processo.

Diante da facilidade de troca de informações técnicas e a conexão de rede entre os profissionais de segurança do trabalho das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) através de fóruns, grupo de aplicativo de conversas, foi definido que os tomadores de decisão (juízes) serão 12 (doze) servidores e especialistas que possuem experiências nas atividades de Segurança do Trabalho nas UF's o que, segundo Saaty (1994b), se torna uma das vantagens para o uso do AHP, pois a qualidade nas respostas se aproxima ao máximo da melhor análise para auxílio à tomada de decisão.

Para a escolha dos juízes foram levados em conta os seguintes critérios: formação em Engenharia de Segurança do Trabalho ou Medicina do Trabalho, experiência de, no mínimo, três anos na área e atuando profissionalmente no setor de saúde e segurança do trabalho em

IFES conforme está demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Julgadores do Método AHP

Julgador	Formação	Tempo de Experiência	Região do país da IFES
1	Engenheiro de Segurança do Trabalho	15 anos	Centro-Oeste
2	Engenheiro de Segurança do Trabalho	3 anos	Centro-Oeste
3	Engenheiro de Segurança do Trabalho	3 anos	Nordeste
4	Engenheiro de Segurança do Trabalho	13 anos	Nordeste
5	Engenheiro de Segurança do Trabalho	12 anos	Sudeste
6	Engenheiro de Segurança do Trabalho	5 anos	Sudeste
7	Engenheiro de Segurança do Trabalho	6 anos	Norte
8	Engenheiro de Segurança do Trabalho	8 anos	Norte
9	Engenheiro de Segurança do Trabalho	5 anos	Sul
10	Engenheiro de Segurança do Trabalho	8 anos	Sul
11	Engenheiro de Segurança do Trabalho	4 anos	Sul
12	Médico do Trabalho	10 anos	Sul

Fonte: Autoria própria

➤ **Etapa 2: Estruturação da hierarquia de decisão**

A segunda etapa na implementação do método AHP foi a construção da hierarquia de decisão com o objetivo principal e as alternativas.

A construção da hierarquia foi o resultado da APR através da identificação e análise dos riscos que possuem potencial de causar doenças e acidentes do trabalho, podendo aumentar o custo da instituição e, como consequência, o não cumprimento do serviço público de qualidade.

As alternativas consideradas no método AHP foram os riscos ocupacionais analisados na APR. Diante disso, a estrutura hierárquica foi inserida em uma planilha eletrônica que teve como objetivo transformar a comparação entre pares em questionário, para que fosse possível realizar a coleta de dados de forma mais dinâmica. A planilha facilitou o recebimento do julgamento dos especialistas, comparando as alternativas entre pares e, ao mesmo tempo, em que calculou as prioridades e o índice de consistência das respostas, podendo assim monitorar e realizar adequações, caso seja necessário. As Figuras 12 e 13 ilustram uma parte do questionário da planilha, conforme foi apresentado para julgamento dos especialistas. O questionário completo aplicado aos julgadores encontra-se no Anexo C.

Questionário relacionado as Riscos Ambientais.				
Qual a importância do	Risco 1	com relação a	Risco 2	? 1,00
Qual a importância do	Risco 1	com relação a	Risco 3	? 1/2
Qual a importância do	Risco 2	com relação a	Risco 3	? 1/3

9 =	extremamente mais importante
7 =	muito mais importante
5 =	mais importante
3 =	ligeiramente mais importante
1 =	mesma importância
1/3 =	ligeiramente menos importante
1/5 =	menos importante
1/7 =	muito menos importante
1/9 =	extremamente menos importante

* Valores intermediários também podem ser assumidos, como 1/8, 1/6, 1/4, 1/2, 2, 4, 6 e 8

Figura 12 - Exemplo do questionário AHP
Fonte: Elaborado pelo autor

		Método						
	R1	Risco 1						
	R2	Risco 2						
	R3	Risco 3						
		R1	R2	R3		R1	R2	R3
R1		1	1	1/2	R1	0,25	0,20	0,27
R2		1	1	1/3	R2	0,25	0,20	0,18
R3		2	3	1	R3	0,50	0,60	0,55
		Σ	MA	MG	MG			
		W	W'	Norm	λ _{max} =	3,02		
R1		0,72	0,24	0,73	0,240	IC=	0,01	
R2		0,63	0,21	0,63	0,210	RI=	0,52	
R3		1,65	0,55	1,66	0,550	RC=	0,02	

* Se RC for maior que 0,10, refaça o questionário atentando a possíveis inconsistências

Figura 13 - Exemplo de Matriz de comparação pareada
Fonte: Elaborado pelo autor

➤ Etapa 3: Avaliação das alternativas

O processo de avaliação das alternativas, neste caso, os riscos identificados, foram baseados em múltiplos critérios. Assim, para tornar um processo subjetivo em um processo racional, lógico e objetivo, técnicas como, por exemplo, “*Analytic Hierarchy Process*” (AHP) podem ser utilizadas para atribuição de pesos a diferentes critérios (TEKNOMO, 2006).

Cada um dos especialistas realizou de forma independente as avaliações baseadas em suas experiências, intuição e conhecimento, permitindo a construção de matrizes de comparação pareadas com a importância de cada risco ocupacional.

A partir dos julgamentos dos especialistas pelo método AHP foi possível mensurar as prioridades individuais e gerais por meio da média geométrica.

O cálculo foi realizado por meio da média geométrica normalizada dos julgamentos dos especialistas que fizeram comparações de prioridades de importância entre as alternativas. Na

planilha há colunas de cada especialista demonstrando os resultados individuais das prioridades para cada alternativa e na última coluna está o resultado geral em porcentagem.

➤ **Etapa 4: Verificação da consistência dos julgamentos dos tomadores de decisão**

Esta etapa foi necessária para verificar se os julgamentos estarão coerentes. A verificação da consistência (RC) foi realizada logo após o julgamento e apresentada aos especialistas para adequação das respostas caso forem inconsistentes.

➤ **Etapa 5: Documentação da decisão**

De acordo com Russo e Camanho (2015) o processo de documentação da decisão é importante para registrar os motivos da tomada de decisão e oportunidade de melhoria contínua com a comparação dos dados no futuro.

Porém, a documentação da decisão não se aplica à finalidade dessa dissertação, pois o objetivo foi propor a hierarquia de importância dos riscos ocupacionais para implementação de medidas de controle, sendo que os resultados obtidos visam auxiliar à futura tomada de decisão dos especialistas de segurança do trabalho das IFES, não sendo assim possível nesse momento documentar a decisão.

3.4. ANÁLISE E CONCLUSÃO

Com as prioridades geradas pelo software foi possível a análise e a interpretação dos resultados acerca da priorização das ações de controle dos riscos presentes nos laboratórios.

Junto com a planilha AHP foi enviado para os especialistas responsáveis pela SST nas IFES um questionário online (Anexo B) proposto por Torres (2019) e inspirado nas diretrizes de sistema gestão de SST da OIT; ISO 45001 (ISO, 2017) e ISO 31000 (ISO, 2018).

O questionário teve o objetivo de averiguar a viabilidade do método AHP para avaliação de riscos ocupacionais e identificar quais são os métodos de avaliação dos riscos utilizados nas respectivas IFES.

Com as respostas dos especialistas, foi analisado se o método AHP é aceitável e prático para as IFES e trouxe uma discussão sobre quais são as vantagens e limitações do uso deste método na avaliação de riscos ocupacionais nas IFES.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira etapa no processo de gestão de riscos foi a identificação dos riscos ocupacionais presentes no laboratório através da APR. Na sequência, foram analisados de forma estruturada e avaliados pelo método AHP para posterior tratamento e monitoramento das ações, concluindo assim, o ciclo de gestão com o objetivo de melhoria contínua.

4.1. APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

Por meio de visitas técnicas e da aplicação de questionários, que forneceram dados a partir da percepção do trabalhador acerca dos riscos ocupacionais, foi possível construir uma análise preliminar de riscos (APR).

4.1.1. Percepção dos servidores e alunos em relação aos riscos do LABPPAM

No local de estudo, foram aplicados cinco questionários, sendo respondidos por três alunos de Doutorado e dois Professores de Magistério Superior na área de Química que costumam realizar atividades no laboratório. Dos entrevistados, dois atuam de oito a dez horas por dia, dois atuam seis horas por dia e um atua no laboratório, pelo menos, duas horas por dia. Com relação ao tempo de atuação nas atividades de pesquisa, cerca de um entrevistado está atuando há três meses no LabPPAM e quatro atuam há, no mínimo, três anos no laboratório.

Na etapa de percepção quanto ao risco, todos os entrevistados responderam que “lhe é familiar os termos Risco Físico, Risco Químico, Risco Biológico, Risco Ergonômico e Risco de Acidente”. Diante da familiaridade com os termos apresentados, a percepção de risco ao qual o trabalhador está exposto se torna importante para a etapa de identificação de risco.

Ao analisar os resultados do Quadro 9, todos tem a percepção de estar expostos aos riscos físicos, químicos e ergonômicos e apenas um dos entrevistados não incluiu o risco de acidente em sua resposta.

Quadro 9 - Percepção sobre a exposição aos riscos ambientais

Riscos	Categorias	Número de entrevistados	Percentual
Físico	Sim	5	100%
	Não	0	0%
Químico	Sim	5	100%
	Não	0	0%
Biológico	Sim	0	0%
	Não	5	100%
Ergonômico	Sim	5	100%
	Não	0	0%
Acidente	Sim	4	80%
	Não	1	20%

Fonte: Autoria própria

Na percepção dos entrevistados, o risco biológico não está presente nas atividades do laboratório. Esta informação está de acordo com os dados coletados na APR, onde não foi identificada a presença de exposição a riscos biológicos.

Quando questionados sobre a presença de riscos físicos, todos os entrevistados alegaram que o único risco dessa categoria existente no laboratório é o ruído. Quando perguntados se consideram este agente um risco à saúde, três entrevistados concordam totalmente, um concorda e um discorda que representam risco. Ou seja, grande parte das pessoas que realizam atividades no local de estudo tem a percepção de que a exposição a este risco traz prejuízos à saúde.

Com relação ao risco químico, os entrevistados relataram que estão expostos a este agente em função do uso de ácidos (clorídrico, nítrico, fosfórico), hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio, acetona, álcoois, sulfatos, sulfetos e contaminantes inorgânicos (cádmio, chumbo, arsênio). Com relação aos químicos que os entrevistados permanecem como maior frequência expostos, estes afirmaram ser os Ácidos e o Etanol, em virtude da frequência de utilização nos processos de pesquisa e para limpeza de vidraria. Portanto, necessitam de mais atenção ao ser realizada a análise de riscos. Já o Hipoclorito de Sódio e Cádmio, Chumbo, Arsênio e outros contaminantes inorgânicos possuem menor frequência de exposição, conforme Figura 14.

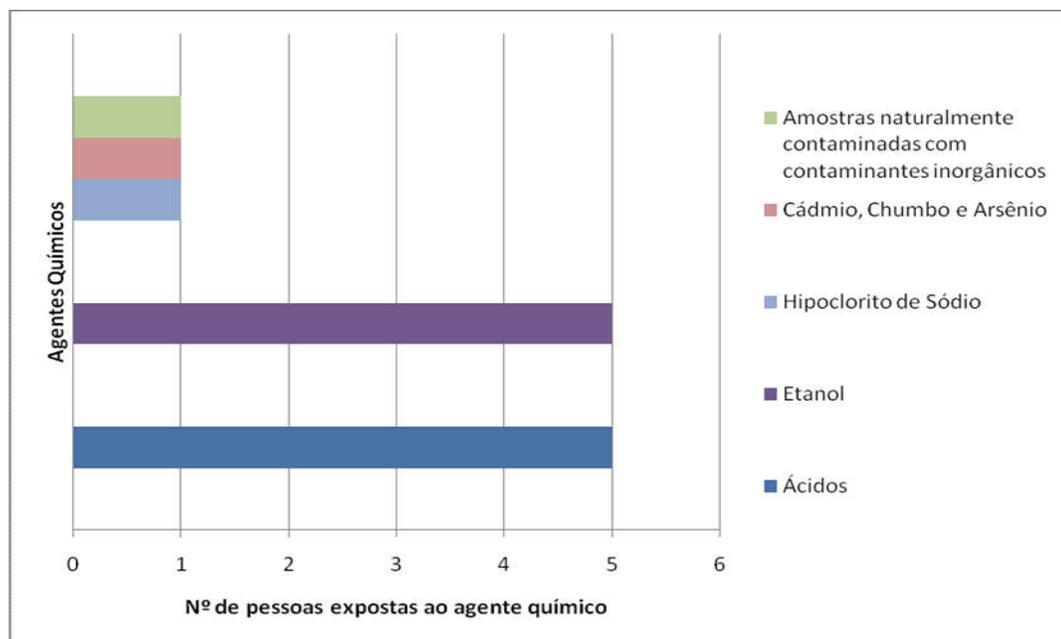


Figura 14 - Produtos químicos tóxicos e perigosos que são utilizados
Fonte: Autoria própria

Na percepção dos entrevistados, todas as pessoas que desenvolvem atividades no laboratório tem informação suficiente para lidar com agentes químicos tóxicos e perigosos e seus resíduos nas atividades exercidas (ensino, pesquisa e extensão, assistência, apoio).

Com relação ao risco de acidentes, quatro entrevistados responderam que estão expostos a agentes perfurantes, cortantes e esscarificantes e concordam que estes agentes representam risco para a saúde. Dos servidores e alunos que estão expostos a este risco, o moinho de facas foi o agente mais apontado entre os entrevistados, portanto, deve ser dado atenção especial na análise de risco a este equipamento que possui partes cortantes.

Na percepção da maioria dos entrevistados (quatro), os servidores e alunos tem informação suficiente para lidar com agentes perfurantes, cortantes e esscarificantes e seus resíduos nas suas atividades. Diante disso, mostra-se necessária a realização de treinamentos nos laboratórios para o correto manuseio deste tipo de material.

De acordo com as respostas do questionário, todos os entrevistados afirmaram que estão expostos ao risco ergonômico e os fatores que mais contribuem para a exposição deste risco são a postura inadequada, os mobiliários inadequados e a repetitividade, conforme Figura 15.

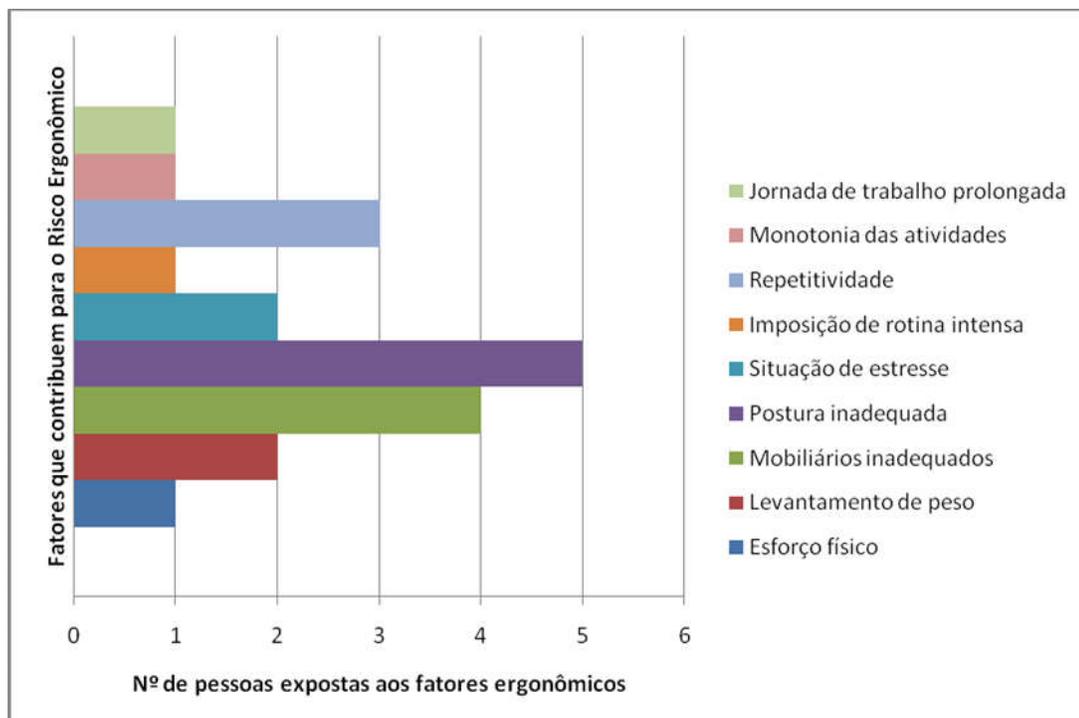


Figura 15 - Fatores que contribuem para a exposição ao risco ergonômico

Fonte: Autoria própria

Nas perguntas relacionadas aos equipamentos de proteção coletiva e individual, todos afirmaram haver equipamentos de proteção individual (EPI) disponíveis no local.

Entre os EPI, os mais usados e distribuídos são óculos de proteção de acrílico e luva nitrílica para manipulação de produtos químicos e os equipamentos usados com menor frequência são avental descartável e luva de PVC, conforme Figura 16.

A máscara descartável, também bastante utilizada no laboratório, na visão dos especialistas, foi considerada como EPI. Porém, de acordo com a Norma Regulamentadora 06, por não possuir Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde do trabalho, a máscara não é considerada um EPI.

Entretanto, um dos entrevistados afirmou que não ter conhecimento suficiente para qual situação deve usar cada EPI.

Diante disso, Nascimento *et al.* (2009) destacam que o empregador tem algumas obrigações quanto aos EPI's que são fornecer gratuitamente ao empregado o tipo adequado de EPI para atividade que desenvolve; treinar o trabalhador sobre seu uso adequado; tornar obrigatório o seu uso e substituí-lo, imediatamente, quando danificado ou extraviado.

Com relação aos equipamentos de proteção de coletiva (EPC), conforme respostas obtidas, pode-se observar que no laboratório os EPC presentes são caixas para descarte de materiais perfurocortantes, capela de exaustão de gases e bombonas de polietileno para reenvase de

resíduos químicos.

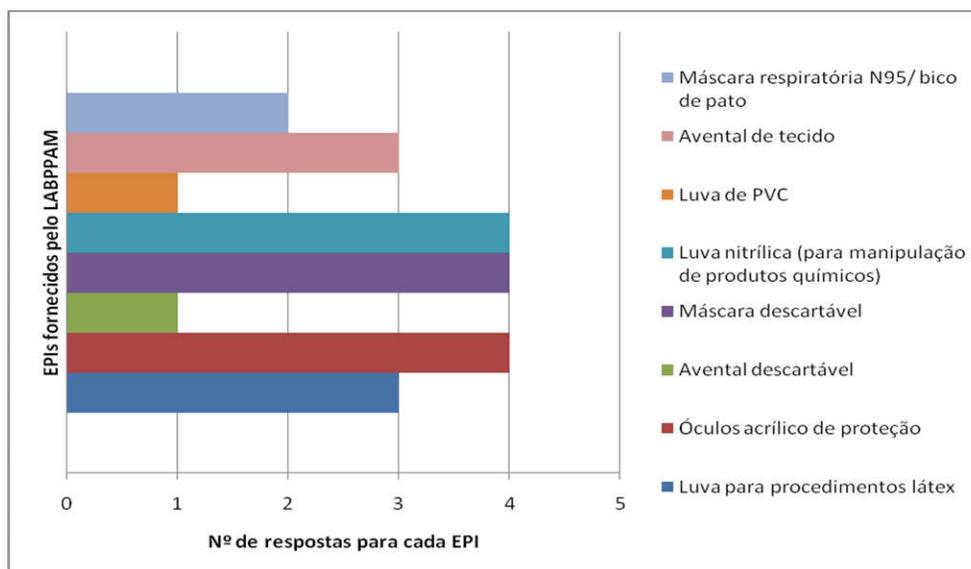


Figura 16 - Equipamentos de proteção individual fornecidos no LabPPAM
Fonte: Autoria própria

Quando perguntados sobre a atuação da instituição na prevenção de riscos, somente dois entrevistados acreditam que há facilidade de obtenção dos equipamentos de proteção na IFES. Duarte Filho *et al.* (2007) afirma que a aquisição de EPIs é um tema relevante para os gestores por estar ligada à responsabilidade legal de promoção qualidade de vida e segurança dos trabalhadores. Para os autores, muitos podem ser os entraves que interferem nessa dinâmica como a falta de investimentos, a visão errada da organização sobre a segurança do trabalho ou, ainda, a dificuldade de aquisição por questões burocráticas, legais, culturais ou de comunicação. Diante disso, observa-se a necessidade da Instituição efetuar a melhoria no processo de distribuição dos equipamentos e disponibilização de treinamentos relacionados ao uso adequado de EPI.

Para Oliveira (2019), esse assunto apresenta-se como relevante, pois quando o empregador cumpre sua parte em favorecer a SST ele também promove a satisfação dos trabalhadores, dos processos, da produtividade e das relações sociais. O mesmo autor propõe que a dificuldade de obtenção dos EPI nas IFES seja resolvido com a criação de um plano que ação que aprimore o processo de compras de EPIs e capacite todos os setores envolvidos no processo de compras, incluindo o setor de segurança do trabalho e que seja criada uma política de segurança e saúde do trabalho consolidada.

Segundo as respostas do questionário, três entrevistados foram orientados sobre como realizar procedimentos operacionais ao iniciar suas atividades, sendo que esta orientação foi dada em

sua maioria por docentes e colegas de pesquisa e todos alegaram que não receberam treinamento de boas práticas laboratoriais ou de Biossegurança pela instituição.

Diante das respostas, há que ser levado em consideração os riscos percebidos pelos entrevistados e também as medidas de controle existentes no laboratório para a Análise de riscos.

4.1.2. Identificação de riscos do LABPPAM

Foram realizadas oito visitas técnicas no Laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LABPPAM), sendo estas realizadas entre os meses de janeiro a março de 2023. No Quadro 10, está o levantamento do reconhecimento preliminar do ambiente, bem como no Quadro 11 está a análise preliminar de riscos (APR) com os riscos identificados no local de estudo.

Quadro 10 - Reconhecimento Preliminar do Ambiente do LABPPAM

RECONHECIMENTO DO AMBIENTE		
Laboratório: Laboratório de Processos e Projetos Ambientais.	Nº de pessoas expostas: 2 docentes; 3 discentes de Doutorado.	Datas da visita técnica: 18,20,24 e 25 de janeiro de 2023; 01,08 e 14 de fevereiro de 2023; 8 de março de 2023.
Descrição das atividades: Estudar a adsorção do biocarvão para a descontaminação de águas e efluentes e Identificar e quantificar contaminantes minerais (arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio) em sedimentos, leite materno e alimentos hospitalares.		
Descrição do local de trabalho: Paredes e teto em alvenaria, piso de taco de madeira e iluminação natural por janela e artificial por lâmpadas. O laboratório dispõe de uma bancada em cimento com tampo emborrachado e outra em granito no centro da sala, bancadas em alvenaria com revestimento cerâmico e com duas pias nas laterais da sala. Possui quatro capelas de exaustão, uma mufla, três estufas, uma centrífuga, destilador de ácidos, liofilizador, balança analítica, dessecadores, um sistema de água ultrapura, um moinho de facas, um moinho de bolas, um sistema de refrigeração, um banho ultrassônico, uma mesa agitadora, um banho de Dubnoff, duas bombas de vácuo, dois cilindros de Nitrogênio e diversas vidrarias.		

Fonte: Autoria própria

Quadro 11 - Análise Preliminar de Riscos (APR) do LABPPAM

CLASSE DO RISCO	FATOR DE RISCO	CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	MEDIDAS DE CONTROLE EXISTENTES	PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
Acidente (A1)	Choque Elétrico	Tomada com corrente elétrica de baixa tensão exposta na parede e sem vedação	Segundo Siemens (2003), o choque elétrico pode causar no tecido biológico contrações musculares, fibrilação e parada cardíaca, queimaduras, eletrólise no sangue e danos a outros órgãos (<i>apud</i> Thomé e Beline, 2018).	Não Existente	Diário
Acidente (A2)	Alta temperatura da Estufa	Contato da pele com a estufa proveniente do mau uso do EPI na retirada de biomassa na estufa	Queimaduras nas mãos e braços sem o uso de EPI adequado	Luva Térmica 2 dedos e Jaleco manga longa	3x por semana
Acidente (A3)	Lâmina do Moinho de Facas	Manuseio da Lâmina ao utilizar o moinho	Corte nos dedos sem o EPI adequado	Luva de Nitrílica, Jaleco manga longa	3x por semana
Acidente (A4)	Alta temperatura do Forno Tubular	Contato da pele com o Termostato do Forno	Queimaduras nas mãos e braços sem o uso de EPI adequado	Luva de Nitrílica, Jaleco manga longa	3x por semana
Ergonômico (E1)	Permanência prolongada na postura em pé	Operador em pé no moinho de facas sem assento mais de 2 horas.	Souza <i>et al.</i> (2022) afirmam que a postura em pé por um período prolongado é apontada como um fator prejudicial à saúde, sendo que permanecer em pé por pelo menos duas horas torna os indivíduos mais suscetíveis a apresentar desconforto. Os sintomas em membros inferiores induzidos pela postura em pé causam fadiga e diminuição do retorno venoso.	Não Existente	3x por semana
Ergonômico (E2)	Mobiliário do Posto de Trabalho Inadequado	Cadeira sem apoio de antebraço regulável durante o uso do computador	Guimarães <i>et al.</i> (2022) afirmam que sem o apoio dos antebraços durante o uso do computador, há sobrecargas musculares no pescoço e nos ombros e incidência de distúrbios musculoesqueléticos e desconforto nestas regiões.	Não Existente	2x por semana
Ergonômico (E3)	Desconforto Acústico	Mesa agitadora Orbital ligada 24 horas durante seu uso	Segundo Morata <i>et al.</i> (1997), o excesso de ruído por desconforto acústico pode elevar os níveis de estresse, o que aumenta a pressão arterial e a secreção de hormônios como adrenalina e cortisol.	Não Existente	4x por semana

Físico	Ruído Intermitente	1.Utilização do Moinho de Facas para moer as biomassa (bagaço de cana, malta, cerragem) (NE: 87,1dB); 2.Sistema de Refrigeração de água (NE: 83,7dB).	Para Rios (2003), o excesso de ruído pode causar perda auditiva, denominada PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído pode comprometer outros órgãos e funções do organismo, além de causar perturbações no sono acarretando em efeitos como irritabilidade, cansaço e dificuldade de concentração.	Protetor Auricular Tipo Concha somente para operador de moinho de facas	3x por semana
Químico (Q1)	Gases da queima do biocarvão	Queima do biocarvão durante o uso do Reator no Forno tubular e do Forno Mufla com a porta aberta e sem vedação	Com a queima de biomassa em ambientes fechados (internos) observa-se que os efeitos à saúde, decorrentes da exposição por longos períodos à fumaça produzida por essa queima podem estar associados com infecções respiratórias agudas em crianças, doença pulmonar obstrutiva crônica, catarata, cegueira, tuberculose pulmonar e efeitos adversos na gestação (ARBEX <i>et al.</i> , 2004).	Capela de Exaustão de Gases	3x por semana
Químico (Q2)	Ácido Sulfúrico	Preparo de reagentes para estoque e limpeza dos reatores	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Ácido Sulfúrico provoca lesões oculares graves com queimadura, lacrimejamento e dor e provoca queimadura severa à pele com dor, formação de bolhas e descamação	EPI: Luva Nitrílica e Jaleco; EPC: Capela de exaustão de gases	1x por semana
Químico (Q3)	Tartarato de antimônio e potássio	Preparo de reagentes para estoque	Segundo Dinâmica Química Contemporânea Ltda. (2020), o contato com Tartarato de antimônio e potássio pode causar uma irritação do aparelho respiratório se inalado, pode causar uma irritação da pele e pode causar uma irritação dos olhos.	Luva Nitrílica e Jaleco	2x por mês
Químico (Q4)	Molibdato de Amônio	Preparo de reagentes para estoque	Segundo Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda. (2022), o contato com Azul de Molibdênio pode causar irritação na pele e irritação ocular.	Luva Nitrílica e Jaleco	2x por mês
Químico (Q5)	Acetona	Limpeza dos reatores (30 min)	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com a Acetona provoca irritação ocular grave com vermelhidão e dor. Pode provocar sonolência ou vertigem, podendo ocasionar náusea e tontura e em elevadas concentrações pode provocar hipotensão, taquicardia, vasodilatação, tonturas, incoordenação, cefaleia, confusão, estupor e coma.	Luva Nitrílica e Jaleco	3x por semana
Químico (Q6)	Hipoclorito de Sódio	Limpeza dos reatores (10 min)	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Hipoclorito de Sódio provoca queimadura severa à pele com dor, formação de bolhas e descamação. Provoca lesões oculares graves com queimadura, lacrimejamento e dor.	Luva Nitrílica e Jaleco	3x por semana

Químico (Q7)	Permanganato de Potássio	Limpeza dos reatores (40 min)	Bioquímica e Química Ltda. (2021) afirma que o contato com Permanganato de Potássio causa possíveis danos para a saúde como irritação do aparelho respiratório se inalado, nocivo se ingerido, pode causar uma irritação dos olhos e pode provocar edema, necrose, os efeitos devidos à ingestão podem incluir, metemoglobinemia, perturbações psicológicas, Vômitos, Náusea, Diarreia se contato com a pele.	Luva Nitrílica e Jaleco	2x por mês
Químico (Q8)	Peróxido de Hidrogênio	1.Limpeza dos reatores (1 hora); 2. Destilação do Peróxido de Hidrogênio para sua purificação com ácido nítrico.	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Peróxido de Hidrogênio provoca queimadura severa à pele com dor, formação de bolhas e descamação, provoca lesões oculares graves com queimadura, lacrimejamento e dor e pode provocar irritação das vias respiratórias, podendo ocasionar espirros e tosse.	Luva Nitrílica e Jaleco	2x por mês
Químico (Q9)	Álcool Etilico	Limpeza de Vidraria (1 hora)	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Álcool Etilico pode provocar irritação ocular grave com lacrimejamento e vermelhidão, pode prejudicar a fertilidade ou o feto se ingerido, pode provocar sonolência ou vertigem, podendo ocasionar náusea e tontura, pode provocar irritação das vias respiratórias, podendo ocasionar espirros e tosse. Em elevadas concentrações pode provocar hipotensão, taquicardia, vasodilatação, tonturas, incoordenação, cefaleia, confusão, estupor e coma. Provoca dano ao fígado por exposição repetida ou prolongada se ingerido, podendo ocasionar cirrose hepática.	Luva Nitrílica e Jaleco	Diário
Químico (Q10)	Álcool Isopropílico	Limpeza de Vidraria (40 min)	Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Álcool Isopropílico pode provocar irritação ocular grave com vermelhidão e dor, pode provocar sonolência ou vertigem, podendo ocasionar náusea e tontura e em elevadas concentrações pode provocar hipotensão, taquicardia, vasodilatação, tonturas, incoordenação, cefaleia, confusão, estupor e coma.	Luva Nitrílica e Jaleco	Diário
Químico (Q11)	Ácido Nítrico	1.Destilação do Ácido para sua purificação; 2. Limpeza de Vidraria com a secagem dentro da capela de exaustão de gases	Segundo Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda. (2022), o ácido nítrico é muito corrosivo para pele, olhos, aparelho digestivo e trato respiratório, podendo causar queimaduras.	EPI: Luva Nitrílica e Jaleco; EPC: Capela de Exaustão de gases	1. 2x por mês; 2.2x por semana

Químico (Q12)	Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio	1. Mistura a solução química com os sedimentos ou leite materno; 2. Realização do Banho Maria para dissolver as amostras de sedimentos ou leite materno	Segundo Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda. (2022), o ácido nítrico é muito corrosivo para pele, olhos, aparelho digestivo e trato respiratório, podendo causar queimaduras. Quimesp Química Ltda. (2021) afirma que o contato com o Peróxido de Hidrogênio provoca queimadura severa à pele com dor, formação de bolhas e descamação, provoca lesões oculares graves com queimadura, lacrimejamento e dor e pode provocar irritação das vias respiratórias, podendo ocasionar espirros e tosse.	EPI: Luva Nitrílica e Jaleco; EPC: Capela de Exaustão de gases	1. 3x por mês; 2. 2x por mês
Químico (Q13)	Mistura Cádmiu + Ácido Nítrico 10%	Utilizado a solução padrão no processo de contaminação de amostras de sedimentos	Segundo SPEX CertiPrep, LLC (2021), o contato com o produto pode causar irritabilidade na pele e mucosas, pode causar efeito irritante nos olhos e há suspeitas que o produto cause defeitos congênitos e prejudique a fertilidade.	EPI: Luva Nitrílica e Jaleco; EPC: Capela de Exaustão de gases	3x por semana
Químico (Q14)	Mistura Chumbo + Ácido Nítrico 10%	Utilizado a solução padrão no processo de contaminação de amostras de sedimentos	Segundo Quimlab Produtos de Química Fina (2022), o contato com a solução padrão, se ingerido pode causar queimaduras severas na boca e garganta, assim como perfuração do esôfago e do estômago. Em contato com a pele pode provocar queimaduras e provoca lesões oculares graves.	EPI: Luva Nitrílica e Jaleco; EPC: Capela de Exaustão de gases	3x por semana

Fonte: Autoria própria

4.2. APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS

A partir dos dados obtidos na realização da análise preliminar de risco (APR) e da aplicação do questionário de percepção dos servidores e alunos, foram estabelecidos índices para cada risco identificado e avaliados levando em consideração o nível de exposição, controle associado ao risco e o nível de severidade. Também foi possível categorizar os riscos como mitigado, parcialmente mitigado e crítico, de modo a facilitar o direcionamento das avaliações, posteriormente, realizadas pelos especialistas por meio método AHP. No Quadro 12 está o resultado da análise e os índices de cada riscos identificado no laboratório de estudo.

Quadro 12 – Resultados da análise de cada risco identificado no LABPPAM.

CLASSE DO RISCO	FATOR DE RISCO	CAUSAS	ANÁLISE DOS RISCOS				
			NÍVEL DE EXPOSIÇÃO	CONTROLE ASSOCIADO AOS RISCOS	NÍVEL DE SEVERIDADE	ÍNDICE DE RISCO	CATEGORIA
Acidente (A1)	Choque Elétrico	Tomada com corrente elétrica de baixa tensão exposta na parede e sem vedação	5	3	2	10	Risco Parcialmente Mitigado
Acidente (A2)	Alta temperatura da Estufa	Contato da pele com a estufa proveniente do mau uso do EPI na retirada de biomassa na estufa	4	2	1	7	Risco Parcialmente Mitigado
Acidente (A3)	Lâmina do Moinho de Facas	Manuseio da Lâmina ao utilizar o moinho	4	3	1	8	Risco Parcialmente Mitigado
Acidente (A4)	Alta temperatura do Forno Tubular	Contato da pele com o Termostato do Forno	4	2	2	8	Risco Parcialmente Mitigado
Ergonômico (E1)	Permanência prolongada na postura em pé	Operador em pé no moinho de facas sem assento mais de 2 horas.	4	3	1	8	Risco Parcialmente Mitigado
Ergonômico (E2)	Mobiliário do Posto de Trabalho Inadequado	Cadeira sem apoio de antebraço regulável durante o uso do computador	4	3	1	8	Risco Parcialmente Mitigado
Ergonômico (E3)	Desconforto Acústico	Mesa agitadora Orbital ligada 24 horas durante seu uso	4	2	2	8	Risco Parcialmente Mitigado
Físico (F1)	Ruído Intermitente	1.Utilização do Moinho de Facas para moer as biomassa (bagaço de cana, malta, cerragem) (NE: 87,1dB); 2.Sistema de Refrigeração de água (NE: 83,7dB)	4	3	3	8	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q1)	Gases da queima da Biomassa	Emissão de gases da queima do biocarvão durante o uso do Reator no Forno tubular e uso do Forno Mufla com a porta aberta e sem vedação	4	1	1	6	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q2)	Ácido Sulfúrico	Preparo de reagentes para estoque e limpeza dos reatores	3	1	3	7	Risco Parcialmente Mitigado

Químico (Q3)	Tartarato de antimônio e potássio	Preparo de reagentes para estoque	3	2	1	6	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q4)	Molibdato de Amônio	Preparo de reagentes para estoque	3	2	1	6	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q5)	Acetona	Limpeza dos reatores (30 min)	4	3	3	10	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q6)	Hipoclorito de Sódio	Limpeza dos reatores (10 min)	4	3	3	10	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q7)	Permanganato de Potássio	Limpeza dos reatores (40 min)	3	3	1	7	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q8)	Peróxido de Hidrogênio	1.Limpeza dos reatores (1 hora); 2.Destilação do Peróxido de Hidrogênio para sua purificação com ácido nítrico	3	2	3	8	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q9)	Álcool Etilico	Limpeza de Vidraria (1 hora)	5	2	2	9	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q10)	Álcool Isopropílico	Limpeza de Vidraria (40 min)	5	2	2	9	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q11)	Ácido Nítrico	1.Destilação do Ácido para sua purificação; 2.Limpeza de Vidraria com a secagem dentro da capela de exaustão de gases	3	2	3	8	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q12)	Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio	Mistura a solução química com os sedmentos ou leite materno e realização do Banho Maria para dissolver as amostras de sedmentos ou leite materno	3	2	3	8	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q13)	Mistura Cádmio + Ácido Nítrico 10%	Utilizado a solução padrão no processo de contaminação de amostras de sedmentos	4	2	3	9	Risco Parcialmente Mitigado
Químico (Q14)	Mistura Chumbo + Ácido Nítrico 10%	Utilizado a solução padrão no processo de contaminação de amostras de sedmentos	4	2	3	9	Risco Parcialmente Mitigado

Fonte: Autoria própria

Os riscos mitigados são os riscos que podem ser considerados cuja intensidade é reduzida (índice de risco igual ou abaixo de 4), pois tanto a probabilidade como a severidade são baixos, e, portanto, não requerem quaisquer medidas adicionais. Dos principais riscos identificados, nenhum se enquadrava como mitigado, pois não foram considerados riscos muito improváveis e com consequências consideradas leves. Caso semelhante ocorreu com a categoria de riscos considerados críticos. Pois, nenhum dos riscos analisados no laboratório superou o índice de risco crítico, valor numérico igual ou superior a 12. De modo geral, todos os riscos analisados foram considerados parcialmente mitigados (Quadro 12), cujos índices ficaram entre 6 e 10, necessitando de medidas complementares, mas não sendo consideradas críticas ou imediatas.

4.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS DO LABPPAM

A etapa de avaliação dos riscos ocupacionais foi realizada por meio do método AHP e apoiada pela análise preliminar de riscos ocupacionais. O desenvolvimento do método foi seguido de acordo com as seis etapas propostas por Russo e Camanho (2015) e demonstradas nos tópicos a seguir.

4.3.1. Definição do problema

A primeira etapa para realização do método AHP consistiu na definição do problema realizada por meio das informações e dados coletados nas fases de identificação e análise de riscos. O objetivo principal da aplicação do AHP foi a priorização dos riscos ocupacionais presentes no ambiente de trabalho para que a IFES possa investir esforços e recursos na adoção de medidas e ações de prevenção ou correção.

4.3.2. Estruturação da hierarquia de decisão do LABPPAM

O segundo passo na implementação do AHP foi a construção da hierarquia de decisão com a definição do objetivo principal.

Para Arçari (2019), a redução do número de alternativas tem a finalidade de facilitar a sua comparação, deixando o questionário menos suscetível às inconsistências. Diante disso, para facilitar a avaliação por parte dos especialistas, os fatores de riscos químicos foram separados por Índice de Risco (IR), que são: Agentes Químicos com IR 6, Agentes Químicos com IR 7, Agentes Químicos com IR 8, Agentes Químicos com IR 9 e Agentes Químicos com IR 10. A partir dessas informações, a hierarquia necessária para a aplicação do método AHP foi montada, conforme Figura 17.

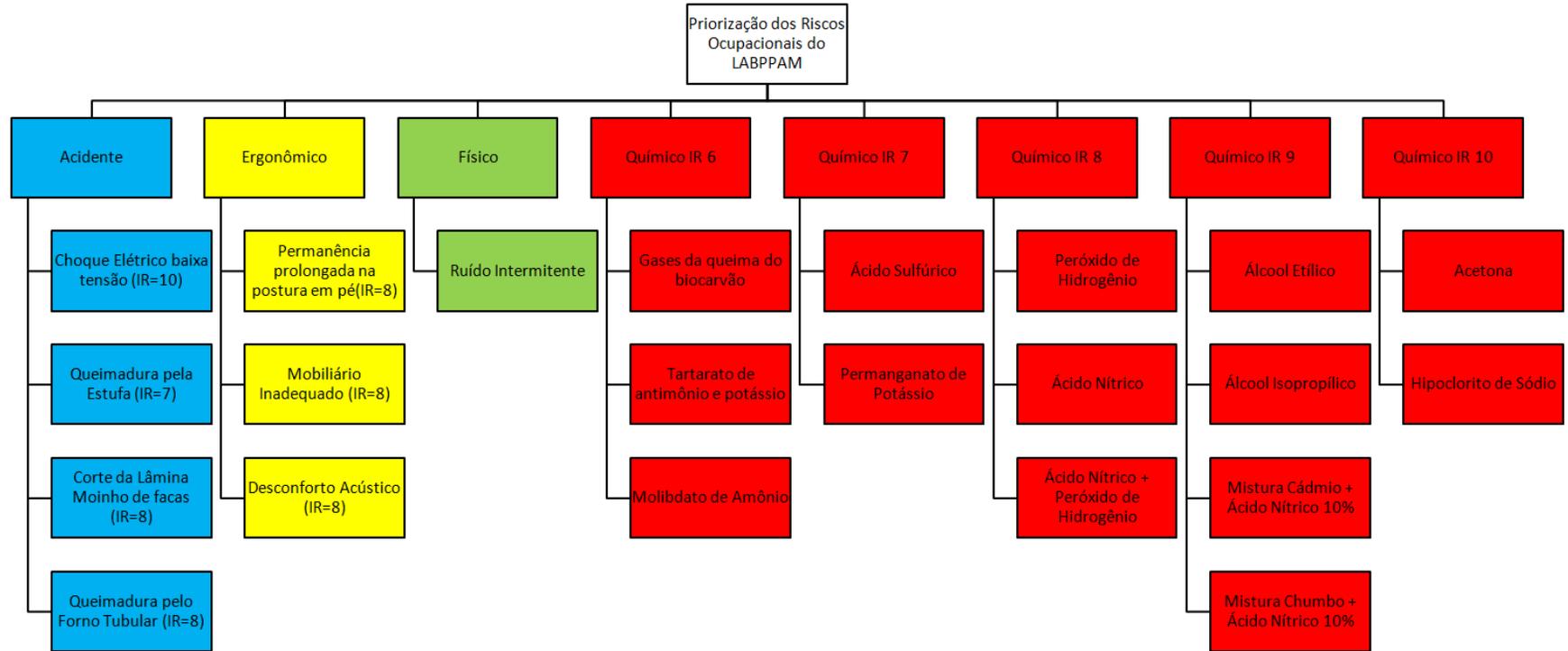


Figura 17 - Estrutura hierárquica dos riscos ocupacionais identificados para aplicação do método AHP.

Fonte: Autoria própria

4.3.3. Construção de matrizes para comparação entre pares com os elementos de decisão do LABPPAM

Os julgamentos pareados entre as alternativas foram realizados por doze especialistas de IFES do Brasil com formação em engenharia de segurança do trabalho e medicina do trabalho. Cada um dos respondentes realizou de forma independente as avaliações baseadas em suas experiências e conhecimentos, permitindo a construção de matrizes de comparação para cada alternativa e dando grau de importância aos riscos ocupacionais para a implantação de medidas de controle e de prevenção. Os julgamentos de cada um dos doze especialistas, bem como as prioridades individuais estão no Anexo D.

4.3.4. Cálculo do autovetor da matriz de comparação para estimar os pesos relativos dos elementos de decisão do LABPPAM

A partir dos julgamentos dos especialistas pelo método AHP foi possível mensurar as prioridades individuais e gerais dos riscos e seus fatores por meio da média geométrica.

Na Tabela 2 está o resultado do autovetor, calculado por meio da média geométrica normalizada dos julgamentos dos especialistas, que fizeram comparações de prioridades de importância entre os riscos ocupacionais. Nas colunas de cada especialista demonstram-se os resultados individuais das prioridades para cada critério, já na última coluna está o resultado geral, que está indicando o risco de acidente como prioridade para a análise desse objetivo, com pesos percentuais de 39,3%.

Tabela 2 – Resultados da priorização individual e geral dos riscos ocupacionais, com base na análise de 12 especialistas

RISCO OCUPACIONAL	ESPECIALISTA												Autovetor Média Geométrica	Autovetor Normalizado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Acidente	0,39	0,55	0,32	0,11	0,11	0,52	0,62	0,22	0,14	0,54	0,42	0,41	0,314	0,393
Químico	0,06	0,04	0,32	0,72	0,61	0,20	0,08	0,61	0,67	0,30	0,42	0,45	0,272	0,341
Físico	0,30	0,20	0,30	0,11	0,22	0,09	0,20	0,04	0,04	0,08	0,05	0,07	0,115	0,145
Ergonômico	0,23	0,19	0,05	0,05	0,04	0,18	0,09	0,11	0,14	0,07	0,10	0,06	0,097	0,122

Fonte: Autoria própria

Esta importância dada ao risco de acidente pelos especialistas está ligada ao fato que o acontecimento de um acidente no interior de um laboratório de ensino e pesquisa (contendo apenas discentes em seu interior, por exemplo) pode levar a ocorrência de lesões imediatas e podendo alcançar mais membros da comunidade universitária, se não todos os membros como é o caso de um incêndio, por exemplo.

Logo após na lista de prioridade está o Risco químico com 34,1%, esse dado mostra a preocupação dos julgadores na manipulação dos agentes químicos, pois as atividades de ensino e pesquisa deste laboratório se concentram no uso de agentes químicos para análises de

contaminantes ambientais e inorgânicos que sem a devida segurança podem causar efeitos adversos na saúde do trabalhador, principalmente pela exposição a reagentes voláteis e corrosivos.

Ao analisar os dados, percebe-se que os especialistas avaliaram a prioridade dos riscos de acidente e dos riscos químicos de forma similar, havendo uma pequena divergência nos julgamentos. Isso reforça que as atividades que envolvem estes riscos, merecem atenções especiais na aplicação de medidas preventivas e corretivas.

Os resultados sugerem que a percepção de risco dos especialistas das regiões brasileiras consideradas são similares e levam para o mesmo caminho, o que reforça a aplicabilidade do método AHP nas IFES.

Ao verificar os julgamentos dos especialistas por regiões do país na Figura 18, percebe-se que o risco de acidente foi prioridade para os especialistas das regiões Norte e Centro-Oeste com uma média aritmética deste risco de 47,1%. Já para os especialistas das regiões Nordeste, Sudeste e Sul o risco químico é prioridade com a média de 47,6%. Sendo assim, estes dois riscos ocupacionais são os que deverão prioridade de controle.

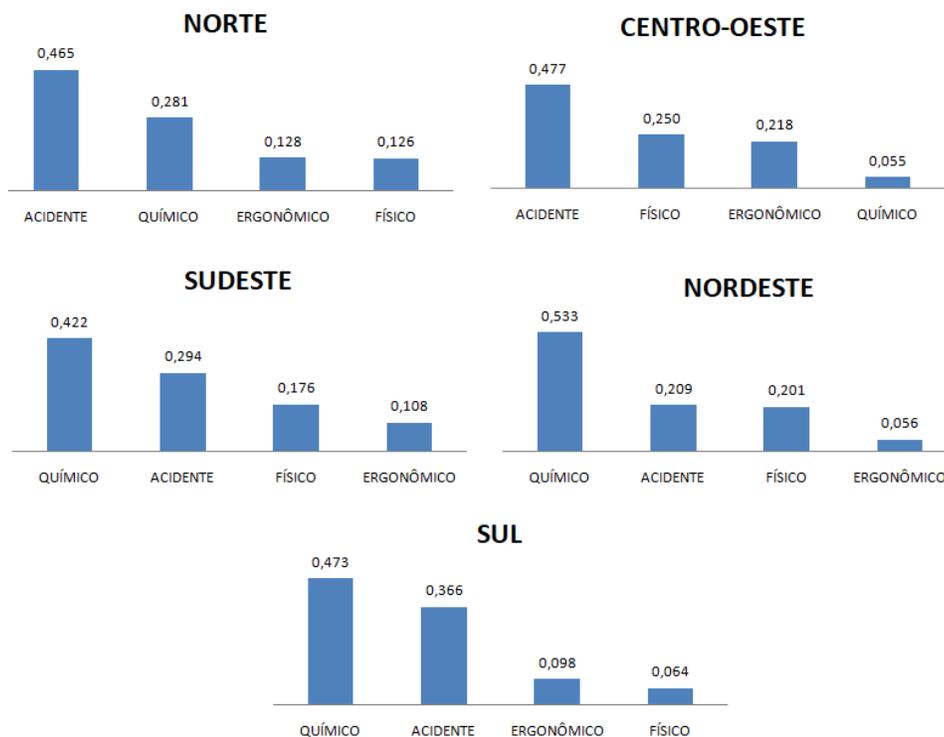


Figura 18 - Ranqueamento da priorização dos riscos ocupacionais por regiões do Brasil
Fonte: Autoria própria

Na Tabela 3 os resultados foram relacionados às prioridades dos fatores do risco de acidente, que indica o choque elétrico e a lâmina do Moinho de Facas como as de maior prioridade para

ocorrência de risco, com pesos percentuais de 58,7% e 22,8%, respectivamente. É importante ressaltar que mais de 90% dos especialistas priorizaram o choque elétrico e acreditam que este fator de risco pode acarretar em maior prejuízo à saúde do trabalhador comparado às outras alternativas, pois segundo Siemens (2003), este fator de risco pode causar no tecido biológico contrações musculares, fibrilação e parada cardíaca, queimaduras, eletrólise no sangue e danos a outros órgãos. Os fatores de risco alta temperatura do forno tubular e alta temperatura da estufa tiveram prioridades similares, 9,9% e 8,6% respectivamente, o que mostra a coerência dos julgadores, pois estes fatores possuem os índices de risco aproximados.

Tabela 3 – Prioridades individuais e geral da aplicação do método AHP na avaliação dos fatores do risco de acidente

FATOR DE RISCO	ESPECIALISTA												Autovetor Média Geométrica	Autovetor Normalizado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Choque Elétrico	0,62	0,62	0,65	0,52	0,65	0,50	0,57	0,52	0,59	0,70	0,45	0,41	0,565	0,587
Lâmina do Moinho de facas Alta	0,12	0,26	0,23	0,31	0,11	0,16	0,21	0,18	0,24	0,16	0,41	0,41	0,220	0,228
Temperatura do Forno Tubular Alta	0,12	0,05	0,05	0,08	0,10	0,16	0,15	0,18	0,08	0,06	0,07	0,08	0,095	0,099
Temperatura da Estufa	0,12	0,05	0,05	0,08	0,12	0,16	0,05	0,09	0,07	0,06	0,06	0,08	0,083	0,086

Fonte: Autoria própria

Já na Tabela 4 estão os resultados relacionados às prioridades dos fatores de risco ergonômico, que indica o fator de risco desconforto acústico como prioritário, porém, com percentuais muito similares dos outros fatores, com peso percentual de 35,3%.

Para Brasil (2022c), em ambientes internos onde são executadas atividades que exijam manutenção da solicitação intelectual e atenção constantes, devem ser adotadas medidas de conforto acústico. Diante disso, é uma exigência normativa que os laboratórios adotem medidas para eliminar o desconforto acústico, pois as sensações de incômodo psicológico causados por este fator de risco têm seus efeitos negativos sobre o bem-estar mental e pode contribuir para o surgimento de estresse, irritabilidade, cansaço, fadiga crônica e o rendimento em atividades que requerem concentração mental tendem a diminuir, podendo aumentar os riscos de acidentes. Portanto, é necessário priorizar e implantar medidas para mitigar o desconforto acústico.

Tabela 4 – Prioridades individuais e geral da aplicação do método AHP na avaliação dos fatores do risco ergonômico

FATOR DE RISCO	ESPECIALISTA												Autovetor Média Geométrica	Autovetor Normalizado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Desconforto Acústico	0,33	0,05	0,77	0,60	0,15	0,42	0,15	0,60	0,28	0,42	0,20	0,33	0,296	0,353
Mobiliário Inadequado	0,33	0,45	0,11	0,20	0,47	0,14	0,65	0,20	0,64	0,14	0,20	0,33	0,274	0,327
Postura Inadequada	0,33	0,49	0,11	0,20	0,37	0,42	0,18	0,20	0,07	0,42	0,60	0,33	0,268	0,320

Fonte: Autoria própria

A importância dos fatores de risco químico foram apresentadas na Tabela 5 e como informado acima, foram separados e avaliados em pares em cada Índice de Risco (IR). Diante disso, os agentes químicos classificados como IR 10 terão prioridade nas ações de mitigação dos fatores identificados conforme a severidade e probabilidade da Análise de Risco e assim, sucessivamente.

A exposição à Acetona e o Hipoclorito de Sódio foram classificados como índice de risco 10 pois os trabalhadores do LabPPAM estão em contato com maior frequência a esses produtos químicos e com poucas medidas para controlar e mitigar a exposição a esses agentes. Conforme o agente químico Acetona tem prioridade nas ações de controle de segurança, com peso percentual de 57,3%.

Para a Mistura Chumbo + Ácido Nítrico e a Mistura Cadmio + Ácido Nítrico 10% classificadas como Índice de Risco 9, sete especialistas julgaram os dois fatores como sendo de mesma importância, fazendo com que os percentuais ficassem muito próximos, com peso percentual de 37,3% e 34,3% respectivamente, mostrando que estes agentes químicos devem ser tratados de forma similar.

Nos julgamentos dos agentes químicos classificados como IR 8, houve o fenômeno semelhante ao IR 9, cinco especialistas julgaram a Mistura Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio e o Ácido Nítrico possuindo a mesma importância. Diante disso, os percentuais ficaram próximos e com peso percentual de 43,1% e 37,9% respectivamente. Isso mostra que para 41,6% dos especialistas, a diluição do Peróxido de Hidrogênio ao ácido não atenua o risco à saúde do trabalhador e não é motivo de preocupação para sua priorização.

Na comparação par a par do IR 7, nove especialistas julgaram o Ácido Sulfúrico mais importante do que o Permanganato de Potássio. Já os agentes químicos “gases da queima da biomassa”, “molibdato de Amônio” e “Tartarato de antimônio e potássio” classificados como IR 6 tiveram os percentuais de prioridades sendo 46,4%, 31,2% e 22,3% respectivamente.

A partir dessas análises, foi possível organizar a hierarquia de prioridade dos riscos ocupacionais avaliados no LabPPAM, conforme Figura 19.

Tabela 5 – Prioridades individuais e geral da aplicação do método AHP na avaliação dos fatores do risco químico

FATOR DE RISCO	ESPECIALISTA												Autovetor Média Geométrica	Autovetor Normalizado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
ÍNDICE DE RISCO 6														
Gases da queima da Biomassa	0,43	0,09	0,12	0,33	0,33	0,65	0,65	0,14	0,71	0,60	0,74	0,71	0,376	0,464
Molibdato de Amônio	0,10	0,81	0,76	0,33	0,33	0,15	0,15	0,71	0,14	0,20	0,13	0,14	0,253	0,312
Tartarato de antimônio e potássio	0,46	0,09	0,10	0,33	0,33	0,18	0,18	0,14	0,14	0,20	0,12	0,14	0,181	0,223
ÍNDICE DE RISCO 7														
Ácido Sulfúrico	0,83	0,90	0,90	0,50	0,75	0,75	0,83	0,16	0,83	0,83	0,83	0,50	0,666	0,748
Permanganato de Potássio	0,16	0,10	0,10	0,50	0,25	0,25	0,16	0,83	0,16	0,16	0,16	0,50	0,225	0,252
ÍNDICE DE RISCO 8														
Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio	0,65	0,79	0,47	0,33	0,20	0,40	0,26	0,15	0,46	0,45	0,18	0,42	0,359	0,431
Ácido Nítrico	0,15	0,10	0,47	0,33	0,40	0,11	0,63	0,18	0,46	0,45	0,74	0,42	0,315	0,379
Peróxido de Hidrogênio	0,18	0,09	0,05	0,33	0,40	0,48	0,10	0,65	0,06	0,09	0,07	0,14	0,159	0,191
ÍNDICE DE RISCO 9														
Mistura Chumbo + Ácido Nítrico	0,25	0,47	0,45	0,25	0,35	0,24	0,45	0,41	0,41	0,12	0,41	0,41	0,334	0,373
Mistura Cadmio + Ácido Nítrico	0,25	0,38	0,45	0,25	0,35	0,19	0,38	0,30	0,41	0,12	0,38	0,41	0,308	0,343
10% Álcool Isopropílico	0,25	0,05	0,05	0,25	0,12	0,24	0,06	0,22	0,08	0,37	0,11	0,08	0,130	0,145
Álcool Etilico	0,25	0,08	0,05	0,25	0,17	0,32	0,09	0,05	0,08	0,37	0,08	0,08	0,125	0,140
ÍNDICE DE RISCO 10														
Acetona	0,16	0,90	0,12	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,83	0,75	0,25	0,50	0,481	0,573
Hipoclorito de Sódio	0,83	0,10	0,87	0,50	0,25	0,25	0,25	0,50	0,16	0,25	0,75	0,50	0,358	0,427

Fonte: Autoria própria

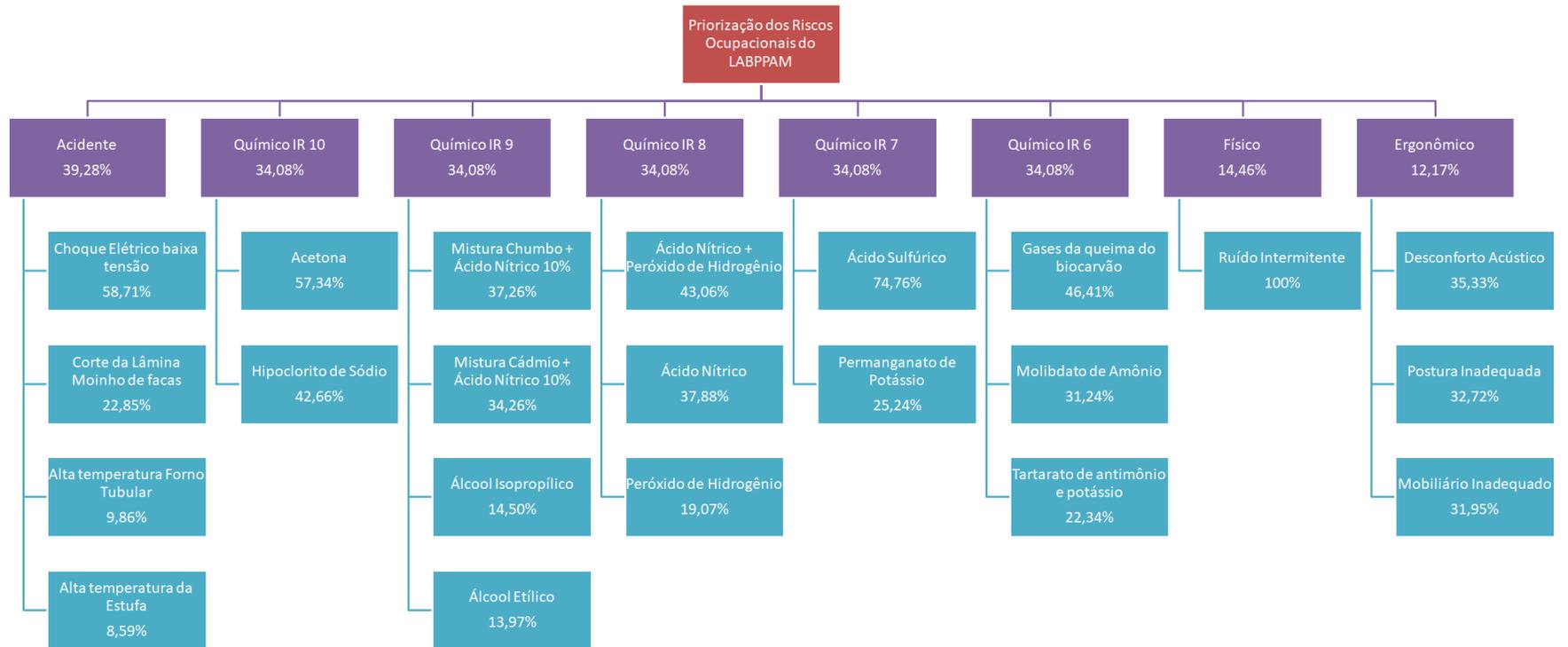


Figura 19 – Hierarquia com as prioridades dos riscos ocupacionais do LabPPAM
 Fonte: Autoria própria

4.3.5. Verificação da consistência dos julgamentos dos tomadores de decisão

A verificação da consistência foi realizada logo após o julgamento e apresentada aos especialistas para adequação das respostas caso tenham sido inconsistentes. Para Russo e Camanho (2015) a razão de consistência não pode ser maior que 10%.

De acordo com Saaty (1980), deve ser aceita a inconsistência da matriz de comparação par a par como um efeito normal da escolha Humana. Porém, quem analisar os dados deve alertar o especialista a respeito da inconsistência ocorrida, pois pode acarretar mudanças significativas no resultado final.

Diante disso, a Tabela 6 apresenta os resultados da razão de consistência referente às avaliações de cada especialista, verificando-se que todos aos julgamentos foram coerentes.

Tabela 6 - Análise de Consistências do Julgadores

Especialista	Riscos Ambientais	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Risco Químico				
				IR 6	IR 7	IR 8	IR 9	IR 10
1	6,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	3,00%	0,00%	0,00%
2	9,00%	9,00%	1,00%	0,00%	0,00%	1,00%	5,00%	0,00%
3	1,00%	5,00%	0,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	6,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	7,00%	9,00%	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%
6	10,00%	0,00%	0,00%	3,00%	0,00%	3,00%	6,00%	0,00%
7	5,00%	4,00%	3,00%	3,00%	0,00%	4,00%	3,00%	0,00%
8	7,00%	9,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	4,00%	0,00%
9	9,00%	9,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	5,00%	3,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
11	3,00%	1,00%	0,00%	1,00%	0,00%	3,00%	3,00%	0,00%
12	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Aatoria própria

4.4. PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RISCOS DO LABPPAM

Com os risco ocupacionais do laboratório categorizados e priorizados, é necessário estabelecer medidas de controle para a eliminação ou tratamento dos riscos. Esta etapa da gestão de riscos é importante pois Bermudes (2018) afirma que a ausência de identificação e adoção de medidas de controle sugere a possibilidade real de acidentes e doenças. Portanto, a aplicação dos meios para prevenir e limitar os riscos deve ser fator primordial no processo de avaliação, com observância aos preceitos legais e

regulamentares.

De acordo com o Manual de Legislação (2017), devem ser empregadas primeiramente as medidas de controle de ordem geral e coletivas para evitar ou eliminar o risco. Caso sua aplicação for tecnicamente inviável, devem ser adotadas ações administrativas ou de organização do trabalho para reduzir a exposição, e, como última alternativa, o fornecimento de proteção individual aos trabalhadores.

Para Porto (2000), a implantação das medidas de controle interfere diretamente no cálculo do Índice de risco, com a seguinte análise de possibilidades: eliminar o risco ou a etapa da tarefa, reduzir a probabilidade de ocorrer o evento, ou reduzir a consequência do risco.

As propostas apresentadas no Quadro 13 abordam os riscos avaliados e categorizados pelos especialistas e apresentam desde medidas corretivas como vedação da fiação elétrica exposta e troca de equipamentos e medidas preventivas como aquisição e utilização de EPI.

Para completar Além disso, Silva (2019) afirma que é necessário o monitoramento dessas medidas propostas para verificar se realmente estão controlando ou tratando os riscos. Tanto as medidas de controle como de monitoramento devem ser planejadas e realizadas por profissionais que conhecem a realidade do ambiente analisado, para que as medidas sejam específicas, eficazes e sustentáveis.

Para o monitoramento sugere-se uma análise dos riscos depois de implantadas as medidas de controle e sempre que houver alguma alteração nas atividades do laboratório, para que as medidas de controles sejam dimensionadas de forma adequada, sem subestimar ou superestimar os riscos.

Quadro 13 - Proposta para controle de riscos do LABPPAM

RANKING	RISCO	FATOR DE RISCO	PROPOSTA DE TRATAMENTO DE RISCOS
1º	Acidente	Choque Elétrico	Vedação da caixa de tomada com espelho adequado.
2º		Lâmina do Moinho de Facas	Aquisição e utilização de luva anticorte cuja atividade necessita de sensibilidade tátil.
3º		Alta temperatura do Forno Tubular	Aquisição e utilização de Luva Térmica de alta flexibilidade e precisão dos movimentos.
4º		Alta temperatura da Estufa	1. Treinamento para o correto uso de EPI; 2. Aquisição e utilização de Luva Térmica de alta flexibilidade e precisão dos movimentos.
5º	Químico	Acetona	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva nitrílica e respirador semi-facial PFF2.
6º		Hipoclorito de Sódio	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva impermeável, respirador semi-facial PFF2 com filtro contra gases ácidos e avental em PVC.
7º		Mistura Chumbo + Ácido Nítrico 10%	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva de cano longo para proteção química e vestuário em tecido sintético ou algodão.
8º		Mistura Cádmio + Ácido Nítrico 10%	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva de cano longo para proteção química e respirador PFF2 com filtro.
9º		Álcool Isopropílico	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva PVC, respirador semi-facial PFF2 com filtro para vapores orgânicos e avental PVC.
10º		Álcool Etilico	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva PVC, respirador semi-facial PFF2 com filtro para vapores orgânicos e avental PVC.
11º		Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva de cano longo para proteção química e respirador para ácidos inorgânicos.

12°		Ácido Nítrico	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, Luva de cano longo para proteção química e respirador para ácidos inorgânicos.
13°		Peróxido de Hidrogênio	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva nitrílica e respirador semi-facial PFF2.
14°		Ácido Sulfúrico	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, vestimenta de proteção Química, luva de cano longo para proteção química e respirador semi-facial PFF2 com filtro.
15°		Permanganato de Potássio	Instalação de Chuveiros lava-olhos, Instalação de coifa de exaustão sobre a pia e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva impermeável, respirador semi-facial PFF2 com filtro contra gases ácidos e avental em PVC.
16°		Gases da queima da Biomassa	1.Fechamento da Porta da capela de exaustão de gases ao utilizar o Forno Tubular; 2.Troca do reator com cabo menor para permitir o fechamento da porta do forno mufla.
17°		Molibdato de Amônio	Instalação de Chuveiros lava-olhos, não utilizar lentes de contato e utilizar os seguintes EPIs: Óculos de Segurança e luva de Nitrílica.
18°		Tartarato de antimônio e potássio	Instalação de Chuveiros lava-olhos e utilização dos seguintes EPIs: Óculos de Segurança, luva de Nitrílica e respirador semi-facial PFF2.
19°	Físico	Ruído Intermitente	1.Aquisição de cabine acústica para o aparelho durante sua manipulação do moinho de facas; 2. Utilizar o moinho de facas em horários com menos pessoas no laboratório; 3. Instalação de cabine acústica ou realização da troca do sistema de refrigeração de água.
20°	Ergonômico	Desconforto Acústico	Aquisição de cabine acústica para o aparelho durante sua manipulação na altura da bancada. Realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).
21°		Permanência prolongada na postura em pé	Aquisição e utilização de banco semi-sentado e uso de calçado confortável. Realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).
22°		Mobiliário do Posto de Trabalho Inadequado	Aquisição e utilização de Cadeira Ergonômica. Realização da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Fonte: Autoria própria

4.5. QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS

O questionário do Anexo B aplicado aos especialistas em segurança do trabalho com o objetivo de verificar a viabilidade do método AHP nas IFES e identificar quais métodos de avaliação de riscos são aplicados pelos julgadores foi enviado para 12 (doze) especialistas de SST (11 Engenheiro de Segurança do Trabalho e 1 Médico do Trabalho) das 5 (cinco) regiões do Brasil conforme mostrado na Figura 20. Desta forma, este pesquisador considera que houve um equilíbrio de respostas dos especialistas por regiões do país.

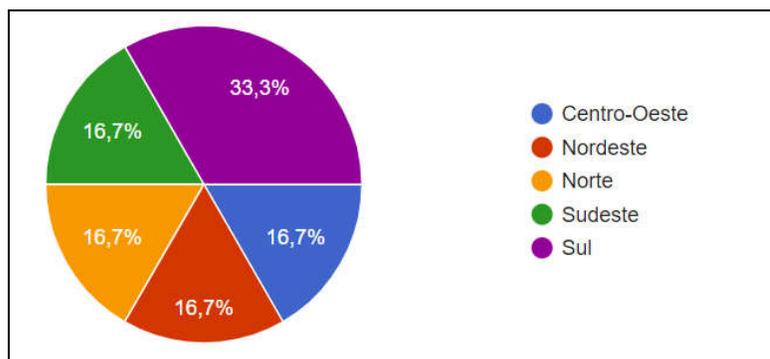


Figura 20 – Regiões do Brasil onde estão localizadas as IFES
Fonte: Autoria própria

A pesquisa de campo ocorreu entre 29 de março de 2023 à 25 de abril de 2023 e a taxa de resposta dos especialistas foi de 100%. As relações com os nomes das IFES e dos profissionais de SST não foram informadas, buscando assim, resguardar o anonimato dos respondentes.

Entre os especialistas de SST, 75% trabalham em Universidades Federais (UFs) e 25% em Institutos Federais (IFs). Destaca-se também que todos os especialistas possuem no mínimo três anos de experiência na área de SST e atuam em setores de saúde e segurança do trabalho nas IFES. A experiência aqui mencionada tem como referência o tempo de exercício dos profissionais nas IFES, ou seja, não leva em consideração a experiência profissional anterior ao cargo público do servidor na área de SST.

Para os especialistas, 83,30% afirmam que na IFES que trabalham são aplicadas técnicas de gestão de riscos para identificar, analisar e avaliar os riscos ocupacionais, porém, 16,7% dos entrevistados afirmaram que na IFES que trabalham não possui técnicas de gestão de riscos e todos trabalham em Institutos Federais (IF's). Isso mostra que pode ocorrer nos IF's maior carência na aplicação de técnicas de gestão de riscos do que nas IFES, seja por conta de menor efetivo de profissionais na área de SST ou por falta de cultura de segurança do trabalho.

Nas UF's que afirmaram haver técnicas de gestão de riscos ambientais, 55,60% alegou que utilizam a técnica de matriz de risco, 33,30% alegou que utilizam a avaliação de risco ambiental e 11,10% afirmou que utiliza a Análise de decisão por multicritérios (MDCA), conforme o gráfico contido na Figura 21.

No questionário de múltipla escolha perguntando aos especialistas quais métodos de avaliação dos riscos ocupacionais são utilizados nas respectivas IFES, foram fornecidas algumas opções de escolha com base nos métodos de avaliação da ISO 31010:2012 mais aplicadas como Análise causa-raiz, Análise árvore de falhas, Análise causa e consequência e caso o especialista utilize outro método, foi dada opção para ser colocado no formulário.

Diante disso, chama a atenção de que o método de análise de decisão por multicritério ainda é pouco utilizado entre os especialistas de SST e que a Matriz de Risco é a mais aplicada nas IFES, pois é uma técnica fácil de usar e fornece uma rápida classificação dos riscos em diferentes níveis de significância.

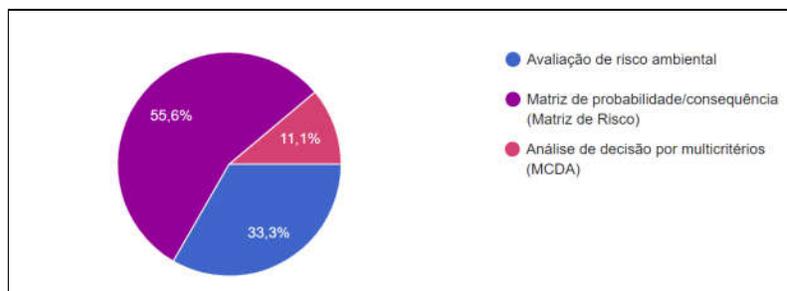


Figura 21 – Métodos de Avaliação de Riscos aplicados pelos especialistas

Fonte: Autoria própria

A matriz de risco é geralmente utilizada para priorizar e ordenar medidas de controle de redução de risco nos processos de tomada de decisão (DUIJM, 2015; RUAN *et al.*, 2015; SUTTON, 2015; BAO *et al.*, 2017; ABNT, 2018B; Li *et al.*, 2018). É considerada de fácil aplicação e interpretação e normalmente é utilizada por pessoas sem experiência em gerenciamento de risco (RUAN *et al.*, 2015; SUTTON, 2015; ISO, 2018; LI *et al.*, 2018).

O modelo de matriz de risco tradicional permite que uma avaliação seja realizada, geralmente com resultados imprecisos devido ao alto grau de incerteza fornecido pelo processo de quantificação de probabilidade e consequência (MARKOWSKI & MANNAN, 2008; DUIJM, 2015; RUAN *et al.*, 2015; SUTTON, 2015; BAO *et al.*, 2017; ISO, 2018; Li *et al.*, 2018).

Porém, devido às suas limitações técnicas, a qualidade da alocação de recursos geralmente fica comprometida. Destaca-se o alto grau de incerteza fornecido pelos modelos tradicionais de matriz de risco, avaliação de risco inadequada pelos participantes (viés cognitivo humano) e integração inadequada de opiniões coletivas durante o processo de avaliação de risco

(TONYCOX, 2008; MARKOWSKI & MANNAN, 2008; BAO *et al.*, 2017),

De acordo com Tonycox (2008), as matrizes de risco são populares em aplicações como, por exemplo, análise de risco de terrorismo, gestão de projetos de construção de rodovias, análise de risco de edifícios de escritórios, gestão de risco de mudança climática e gestão de risco empresarial. No entanto, poucas pesquisas validam rigorosamente seu desempenho na melhoria real das decisões de gerenciamento de risco. De acordo com o autor, as matrizes de risco possuem as seguintes limitações:

- Resolução deficiente;
- Contribuição errônea nas classificações qualitativas mais altas a riscos quantitativamente menores;
- Alocação de recursos abaixo do ideal;
- Entradas para matrizes de risco (por exemplo, categorizações de frequência e gravidade) e saídas resultantes (ou seja, classificações de risco) requerem interpretação subjetiva, e diferentes usuários podem obter classificações opostas dos mesmos riscos quantitativos.

Essas limitações sugerem que as matrizes de risco devem ser usadas com cautela e apenas com explicações cuidadosas de julgamentos embutidos (TONYCOX, 2008).

Seguindo a mesma linha, a ABNT ISO 31010:2012 atribui algumas limitações no uso da Matriz de Risco que podem prejudicar o processo de gestão de riscos, sendo possível compará-la ao método AHP, conforme discutido abaixo:

- O uso da matriz pode ser muito subjetivo, pois diferentes julgadores podem atribuir classificações muito distintas ao mesmo risco. Isso tende a haver uma variação significativa entre os classificadores e deixa aberto à manipulação.

No método AHP, pode também acontecer dos especialistas atribuírem diferentes prioridades ao mesmo risco, pois os pesos e prioridades são derivados a partir de um conjunto de julgamentos subjetivos de avaliadores ou participantes envolvidos no processo, porém, através de cálculos matemáticos é possível analisar e avaliar a consistência lógica dos julgamentos, pois o tratamento dos dados pode acarretar mudanças significativas no resultado final.

- Na matriz é difícil definir as escalas com precisão, que permitam aos usuários pesar a consequência e a probabilidade de forma consistente.

Já no AHP a hierarquização das alternativas é feita através de ferramentas estatísticas como a média geométrica, média aritmética e a normalização dos autovetores, fazendo com que a

avaliação seja mais racional e consistente, além disso, o método fornece uma estrutura simples para uma tomada de decisão eficaz e apresentação de premissas e conclusões.

- O uso da Matriz de Risco requer um único valor indicativo para a consequência a ser definida, enquanto que, em muitas situações, é possível uma gama de valores de consequência, e a classificação para o risco depende de qual é escolhida.

Usando o AHP o especialista é que julga se a consequência daquele risco é maior ou menor na sua comparação, sendo realizado com base na sua experiência e vivência profissional, ou seja, leva em consideração uma gama de circunstância que o levou a tomar aquela decisão.

- Na matriz é difícil combinar ou comparar o nível de risco para diferentes categorias de consequências de forma simultânea.

Diante dessa limitação, o AHP consegue realizar a correlação binária de diferentes riscos e categorias, pois ao serem avaliados dois riscos ocupacionais, realiza-se uma comparação binária, na qual um elemento pode ser preferível ou indiferente a outro.

Porém, a avaliação dos riscos pelo método *Analytic Hierarchy Process* pode ser afetada pela má seleção dos julgadores de decisão. Diante disso, é recomendável que a avaliação dos riscos ocupacionais seja feita por profissionais capacitados em segurança do trabalho como Engenheiro de segurança do trabalho, Médico do trabalho, Técnico de segurança do trabalho e Enfermeiro do trabalho e com experiência na área de SST.

Já o método de avaliação de risco ambiental é uma ferramenta qualitativa e útil, geralmente, para todas as áreas de risco. Entretanto, segundo ABNT (2012), para ser efetiva são necessários bons dados de campo que muitas vezes não estão disponíveis ou têm um alto nível de incerteza associada a eles e quando o perigo não for químico, os dados podem ser limitados.

Com relação à viabilidade da aplicação do método AHP para avaliação e priorização dos riscos ocupacionais nas IFES em que os especialistas trabalham, 100% alegaram que o método AHP é aplicável em seus Institutos ou Universidades.

Esta informação é importante pois o uso deste método nas IFES pode tornar os problemas mais complexos de segurança do trabalho mais gerenciáveis e tornam as decisões mais racionais.

5. CONCLUSÃO

A partir das análises dos resultados deste estudo, pode-se concluir que o método AHP auxiliou a alcançar o objetivo de desenvolver um processo de avaliação de riscos ocupacionais no Laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LABPPAM) de uma IFES. Segundo o julgamento dos especialistas, o risco de acidentes foi considerado como prioritário na aplicação de medidas de controle mas, apesar de estar ranqueado em segundo lugar, o risco químico apresentou grau de importância muito próximo aos risco de acidente.

Tal metodologia conta com o auxílio de especialistas de todo país, com experiências em diferentes áreas da segurança do trabalho, como gerenciamento de riscos ocupacionais, higiene ocupacional, combate à incêndio entre outras e ajuda a priorizar as ações de prevenção sem o auxílio de equipamentos caros e contratação de empresas especializadas, sendo capaz de ser aplicável no cotidiano dos profissionais de segurança do trabalho, como forma de hierarquizar as ações por preferência ou escolha técnica, e assim justificar uma ordem de prioridade nas ações preventivas e de medidas de controle, como planos e cronogramas de ações de programas de segurança do trabalho. Isso mostra que esta metodologia pode ser aplicada em diversos ambientes laborais de variados segmentos econômicos, bem como, em determinados setores ou funções mediante adaptações metodológicas.

Os métodos de identificação e análise de riscos utilizados nesta pesquisa são importantes no processo de avaliação de risco pois seus resultados fornecem aos especialistas dados detalhados dos fatores de risco presentes no laboratório e suas respectivas causas. Porém, para a aplicação do método AHP na avaliação dos riscos ser efetiva, as informações coletadas nas etapas de identificação e análise devem ser criteriosamente levantadas, consideradas e revisadas para facilitar a compreensão e tornar o julgamento dos especialistas mais assertivo.

Ao analisar a viabilidade do método AHP no processo de avaliação de riscos nas IFES, todos os especialistas concluíram que sua aplicação é viável. Porém, no âmbito de cada IFES, a escolha dos profissionais que irão decidir deve ser bem criteriosa para não haver tendência nos julgamentos.

Assim, a relevância como contribuição prática desse trabalho foi o fornecimento de um método de avaliação de riscos que poderá servir para outras IFES e órgãos públicos em geral, para mitigar os riscos ocupacionais.

Como fator limitante do trabalho, vale destacar, a aplicação dessa metodologia apenas para a fase de avaliação dos riscos ocupacionais, haja vista que nos programas de higiene ocupacional podem existir diversas situações em que possa ser empregada a utilização de

metodologias de apoio a decisão para gestão de segurança e gerenciamento de riscos. Outro fator limitante a ser levado em consideração nesta pesquisa é a dificuldade de acompanhamento das atividades acadêmicas por todos os envolvidos no laboratório nas visitas técnicas para a identificação dos risco ambientais.

Diante dos resultados desse trabalho, têm-se como propostas para trabalhos futuros a aplicação do método AHP para avaliar os riscos ocupacionais em laboratórios de outras IFES ou órgãos públicos para comparação com os resultados dessa pesquisa e utilização de outros especialistas como técnico de segurança do trabalho para avaliar e priorizar os riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **NBR ISO 31000**: Gestão de Riscos: Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018a.
- ABNT. **NBR ISO 31010**: Gestão de Riscos: Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ABNT. **NBR ISO 45001**: Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional: Requisitos com Orientação para Uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018b.
- AMINBAKHS, S.; GUNDUZ, M.; SONMEZ, R. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and bud geting of construction projects. **Journal of Safety Research**, v. 46, p. 99-105, 2013.
- AMORIM, A. V. **Análise da Gestão da Segurança do Trabalho em Organizações Industriais por Meio da Percepção dos Trabalhadores**. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- ANJOMSHOAE, A.; HASSAN, A.; WONG, K. Y. An integrated AHP-based scheme for performance measurement in humanitarian supply chains. **International Journal of Productivity and Performance Management**, [S.L.], v. 68, n. 5, p. 938-957, 10 jun. 2019. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijppm-04-2018-0132>.
- ARÇARI, V. N. **Proposta para Implementação de Gestão da Manutenção Predial em uma Instituição Federal de Ensino Superior**. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itabira, 2019.
- ARRA, G. **Evolução da Segurança do Trabalho e da Saúde Ocupacional**. Processos – Soluções de Engenharia. São Paulo. Campinas, 2012. Disponível em: <<http://www.processos.eng.br/Portuguese/Artigos>>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- AZADEH, A.; ASADZADEH, S. M.; TANHAEEAN, M. A consensus-based AHP for improved assessment of resilience engineering in maintenance organizations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 47, p. 151-160, 2017.
- BADRI, A.; NADEAU, S.; GBODOSSOU, A. A new practical approach torisk management for underground mining project in Quebec. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 26, n. 6, p. 1145-1158, 2013.
- BADRI, A.; NADEAU, S.; GBODOSSOU, A. Proposal of a risk-factor-based analytical approach for integrating occupational health and safety in to project risk evaluation. **Accident Analysis & Prevention**, v. 48, p. 223-234, 2012.
- BANG, K. M. Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Nonsmokers by Occupationand Exposure: A Brief Review. **Current Opinion in Pulmonary Medicine**, v. 21, n. 2, p. 149-154, 2015.
- BANHAZI, T. M. SEEDORF, J. ; LAFFRIQUE, M. ; RUTLEY, D.L. Identification of the Risk Factors for High Airborne Particle Concentrations in Broiler Buildings Using Statistical Modelling. **Biosystems Engineering**, v. 101, n. 1, p. 100-110, 2008.
- BAO, C.; WU, D.; WAN, J.; LI, J.; CHEN, J. Comparison of Different Methods to Design Risk Matrices from The Perspective of Applicability. **Procedia Computer Science**, [S.L.], v. 122, p. 455-462, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.393>.
- BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. 4ª edição, São Paulo: Atlas, 2011.
- BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do trabalho – Guia prático e didático**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014.
- BELTRAMI, M.; STUMM, S. S. **Higiene no Trabalho**. Curitiba-PR: Instituto Federal do Paraná, 2013.
- BERMUDES, W. L. **Metodologia de Avaliação de Risco de Acidentes na Colheita Florestal**. 2018. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2018.
- BORGES, N. F., VILAÇA, I. P., LAURINDO, Q. M. G. Acidentes do trabalho e cultura de segurança no setor da construção civil. **Exatas & Engenharias**, v.11, n.33, p.19-33, 2021.

<https://doi.org/10.25242/885X113320212353>.

BOTTONI, A.; SARDANO, E. J.; COSTA FILHO, G. B. **Uma breve história da Universidade no Brasil: de Dom João a Lula e os desafios atuais. Gestão universitária: os caminhos para a excelência.** Porto Alegre: Penso, p. 19-42, 2013.

BRANDSTETTER, M. C.; SOUSA, T. G.; GRANDINETE, I. C. Grau de Maturidade da Cultura de Segurança no Trabalho: aplicação em uma construtora. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 39., 2019, Santos. **Anais [...]**. Santos: ABEPRO, 2019. p. 1-12.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil 1988.** Brasília: Planalto, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 08 mar. 2022a.

BRASIL. **Decreto nº 6833, de 29 de abril de 2009.** Institui o Subsistema Integrado de Atenção à Saúde do Servidor Público Federal - SIASS e o Comitê Gestor de Atenção à Saúde do Servidor. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6833.htm>. Acesso em: 13 de julho de 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde do Trabalhador. **Caderno de atenção básica nº5.** Brasília, 2002. 66 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde (org.). **Doenças Relacionadas ao Trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde.** 114. ed. Brasília. Editora Ms. 2001. 580 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15: Atividades e operações insalubres.** Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 01: Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais.** Brasília. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 17: Ergonomia.** 2022c.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 32: Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde.** 2022d.

BREVIOLIERO E.; POSSEBON J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional Agentes Biológicos, Químicos e Físicos.** 10ª Ed. – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

BS8800: **Guia para sistemas de gestão de segurança e saúde ocupacional,** 2004, 64p.

CAMARGO, W. **Gestão da segurança do trabalho.** Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil. e-Tec. Brasil. Curitiba, 2011.

CAPUTO, A. C.; PELAGAGGE, P. M.; SALINI, P. AHP-based methodology for selecting safety devices of industrial machinery. **Safety Science**, v. 53, p. 202-218, 2013.

CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes: uma abordagem holística.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 312 p.

CASTRO, M. F. P. M. **Segurança em laboratórios: Riscos e medidas de segurança em laboratórios de microbiologia de alimentos e de química, recomendações para construção e layout.** Campinas: ITAL, 2002. 92 p.

CASTRO, T. R.; OKAWA, C. P. Auditoria de Segurança e Saúde do Trabalho em uma Indústria de Alimentos do Estado do Paraná. **Revista Produção Online.** Florianópolis, vol. 16, n. 2, p. 678-704, abr./jun. 2016.

CHAPANIS, A. **Human factors in systems engineering.** Nova York: John Wiley& Sons. 1996.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Acidente Radiológico com o Césio-137.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/homologacao/utc/crcn-co-1/destaques/acidente-radiologico-com-o-cesio-137/cesio-137>. Acesso em: 15 set. 2022.

COOPER, M. D. Towards a model of safety culture. **Safety Science**, v. 36, n. 2, p. 111-36, Nov. 2000.

COUTO, H. A. **Como implantar ergonomia na empresa, a prática dos comitês de ergonomia.** Belo Horizonte: Ergo, 2002.

CRUZ, F.; LAGO, E. M. G.; BARBOKÉBAS JUNIOR, B. **Evaluation of noise generated by propagation equipment beat stakes construction.** London: CRC Press, 2013. <https://doi.org/10.1201/b14391-90>.

DAĞDEVIREN, M.; YÜKSEL, İ. Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management. **Information sciences**, v. 178, n. 6, p. 1717-1733, 2008.

DAMODARAN, A. What is the Riskfree Rate? A Search for the Basic Building Block (December 14, 2008).

Disponível em SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1317436> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1317436>.

DAS, S.; POH, K. L.; CHEW, M. Y. L. Standardizing FM knowledge acquisition when information is inadequate. **Facilities**, v.27,n.7/8, p. 315-330, 2009.

DEJUS, T., ANTUCHEVIČIENE, J. Assessment of health and safety solutions at a construction site. **Journal of Civil Engineering and Management**, v.19, n.5, p.728-737, 2013.

DE OLIVEIRA, C. A.; BELDERRAIN, M. C. N. **Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP**. 2008.

DUARTE FILHO, E.; OLIVEIRA, J. C.; LIMA, D. A. A redução e eliminação da nocividade do trabalho pela gestão integrada de segurança, meio ambiente e qualidade. In: MENDES, René (Org.). **Patologia do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. v.2. cap. 46, p. 1791-1815.

DUIJM, N. J. Recommendations on the use and design of risk matrices. **Safety Science**, [S.L.], v. 76, p. 21-31, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2015.02.014>.

ELLIOTT, L.; ESSEN, S. V. COPD in Farmers: What Have We Learnt. **European Respiratory Journal**, v.47, n.1, p.16-18, 2016.

FARIA, N. M. X.; FACCHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Farm work, dust exposure and respiratory symptoms among farmers. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 5, p. 827-836, 2006.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Riscos químicos**. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html> . Acesso em: 08 dez. 2022.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

GANIME, J. F.; ALMEIDA DA SILVA, L.; ROBAZZI, M. L.; VALENZUELA SAUZO, S; FALEIRO, S. O Ruído como um dos riscos ocupacionais: uma revisão de literatura. **Enfermeria Global**, v. 19, n. 2, p. 1-15, 2010. Disponível em: <<http://revistas.um.es/eglobal/article/view/107321/102711>>. Acesso em: 14 mai.2022.

GARCIA, E. R. **Estruturação de Modelo de Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho para o ramo Hospitalar**. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Método de Pesquisa, Universidade Aberta do Brasil -UAB/UFRGS – Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAS/UFRGS**, Porto Alegre, 2009.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIZONI, M. S.; MARCO, G. **A Importância da Segurança no Trabalho na Construção Civil**: um estudo no município de Jaboticabal – SP. 2018. 21p. Monografia (Bacharelado). UNIARA, Araraquara – SP.

GOMES, R. O.; MATTIODA, R. A. Técnicas de Prevenção e Controle de Perdas em Segurança do Trabalho – Um ajuste ao PDCA. **Anais [...]** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG. 2011.

GUILLIEN, A. et al. Anxiety and Depression among Dairy Farmers: The Impact of COPD. **International Journal of COPD**, v. 13, p. 1-9, 2018.

HAADIR, S.; PANUWATWANICH, K. Critical success factors for safety program implementation among construction companies in Saudi Arabia. **Procedia Engineering**, v. 14, p. 148-155, 2011.

HASSANAIN, M. A.; ASSAF, S.; AL-HAMMAD, A.; AL-NEHMI, A. A multi-criteria decision making model for outsourcing maintenance services. **Facilities**, v. 33,n. 3/4, p. 229-244, 2015.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications—a literature review. **European Journal of operational research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, 2008.

İNAN, U.; GÜL, S.; YILMAZ, H.. A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives. **Safety Science**, v. 91, p. 221-231, 2017.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA) (2003). **The discipline of ergonomics**. Disponível em: <<http://www.iea.cc/ergonomics/2000>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

KARJALAINEN, A.; KURPPA, K.; MARTIKAINEN, R.; KLAUKKA, T.; KARJALAINEN, J. Work Is Related to a Substantial Portion of Adult Onset Asthma Incidence in the Finnish Population. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 164, n. 4, p. 565-568, 2001.

- KARLTUN, A.; KARLTUN, J.; BERGLUND, M.; EKLUND, J. H. T. O. A complementary ergonomics approach. **Applied Ergonomics**, v. 59, p.182-190, mar. 2016.
- KARWOWSKY, W. Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-capability systems. **Ergonomics**, v. 48, n. 5, p. 436-463, 2005.
- KHAIRA, A.; DWIVEDI, R. A state of the art review of analytical hierarchy process. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 2, p. 4029-4035, 2018.
- KHAN, M.W.; ALI, Y.; DE FELICE, F.; PETRILLO, A. Occupational health and safety in construction industry in Pakistan using modified-SIRA method. **Safety Science**, v.118, p. 109-118, 2019.
- KJELLÉN, U.; ALBRECHTSEN, E. **Prevention of Accidents and Unwanted Occurrences**. Theory, Methods and Tools in Safety Management, 2nd Edition, 2017.
- KROEMER, H. J.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LEE, T. Assessment of safety culture at a nuclear reprocessing plant. **Work & Stress**, v. 12, n. 3, p. 217-237, 1998.
- LI, J.; BAO, C.; WU, D. How to Design Rating Schemes of Risk Matrices: a sequential updating approach. **Risk Analysis**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 99-117, 12 abr. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/risa.12810>.
- LIMA, F. F. B. **Práticas de gestão em saúde e segurança no trabalho em duas universidades públicas federais da região norte do Brasil**. 2018. Dissertação de Mestrado. Fundacentro.
- LIN, S. C. J.; ALI, A. S.; ALIAS, A. B. Analytic Hierarchy Process Decision-Making Framework for Procurement Strategy Selection in Building Maintenance Work. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, ASCE Library, v. 19, 2015.
- LLORY, M. **Acidentes Industriais: o custo do silêncio**. Rio de Janeiro: MultiMais, 1999.
- LUCIANO, E. L.; RÖHM, D. G.; ROSA, J. L.; TIRELLI, M. A.; OKANO, M. T.; RIBEIRO, R. B. Gerenciamento de Riscos Ocupacionais: uma nova proposta de segurança do trabalho. **South American Development Society Journal**, [S.L.], v. 6, n. 17, p. 156. 2020. <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p156-174>.
- LUZ, E. M. F.; MUNHOZ, O. L.; MORAIS, B. X.; SILVA, S. C.; ALMEIDA, F. O.; MAGNAGO, T. S. B. S. Estratégias para minimizar os riscos ergonômicos em trabalhadores de limpeza: revisão integrativa. **Cogitare Enfermagem**, [S.L.], v. 26, p. 1-14, 5 jan. 2021. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v26i0.71073>.
- MADSEN, A. M.; THILSING, T.; BAEUM, J.; GARDE, A. H.; VOGEL, U. Occupational Exposure Levels of Bioaerosol Components Are Associated with Serum Levels of the Acute Phase Protein Serum Amyloid A in Greenhouse Workers. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 15, n. 1, 2016.
- MAGNANELLI, N. P. **Conceitos: Perigo x Risco**. Centro de Vigilância do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Controle de Doenças. São José dos Campos, São Paulo, 2012.
- MAHDEVARI, S., SHAHRIAR, K., ESFAHANIPOUR, A. Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS. **Science of the Total Environment**, v.488-489, n.1, p. 85-99, 2014.
- MANUAL DE LEGISLAÇÃO. **Segurança e medicina do trabalho**. 78. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 1078 p.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8ª Edição ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.
- MARESCAUX, A.; DEGANO, B.; SOUMAGNE, T.; THAON, I.; LAPLANTE, J.; DALPHIN, J. Impact of Farm Modernity on the Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Dairy Farmers. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 73, n. 2, p. 127-133, 2016.
- MARHAVILAS, P.; KOULOURIOTIS, D. A risk estimation methodological framework using quantitative assessment techniques and real accidents' data: application in an aluminum extrusion industry. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Netherlands, v. 21, n. 6, p. 596-603, 2008.
- MARHAVILAS, P.; KOULOURIOTIS, D.; GEMENI, V. Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Netherlands, v. 24, n. 5, p. 477-523, 2011.

- MARKOWSKI, A. S.; MANNAN, M. S. Fuzzy risk matrix. **Journal of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 159, n. 1, p. 152-157, nov. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.055>.
- MARTIN, L. L. **Avaliação e Mapeamento de Risco de Laboratórios do Departamento de Ciências do Mar, da Universidade Federal de São Paulo**. 2021. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2021.
- MARTTUNEN, M.; LIENERT, J.; BELTON, V. Structuring problems for multi-criteria decision analysis in practice: A literature review of method combinations. **European Journal of Operational Research**, v. 263, n.1, p.1-17, 2017.
- MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 419 p.
- MAZUREK, J. M.; SCHLEIFF, P. L. Physician Recognition of Work-Related Asthma among Us Farm Operators. **Family Medicine**, v. 42, n. 6, p. 408-413, 2010.
- MEDANI, L. V.; FERREIRA FILHO, V. J. M.; SILVA, B. O. A Segurança do Trabalho e Biossegurança para Análise de Riscos Ambientais em Laboratórios Didáticos. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 39., 2019, Santos. **Anais [...]**. Santos: ABEPRO, 2019. p. 1-21.
- MEDANI, L. V.; SILVA, B. O. DA; CUNHA E SILVA, G. L. P.; PESSANHA, M. L.; PEREIRA, P. S.; GUIMARÃES, A. L. **Análise de risco dos laboratórios didáticos do Centro de Ciências da Saúde - CCS/UFRJ**. Caderno de Resumos: Centro de Ciências da Saúde 9ª. 2018.
- MENDES, R.; DIAS, E. C. Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. **Revista de Saúde Pública SP**, v. 90, p. 4602-1, 1991.
- MONROY, M. F. **Fatores Críticos de Sucesso para Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional no Setor Público: uma análise multissetorial em organizações federais**. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sistema de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.
- MORAES, G. **Elementos do Sistema de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional – SMS**. 1ª ed., volume 1, Rio de Janeiro, 2004.
- MORAES, M. V. G. **Doenças Ocupacionais - agentes: físico, químicos, biológico, ergonômico**. São Paulo: Érica, 2010.
- MUKAI, H. **Sistemas integrados de gestão de design, qualidade, ambiente, saúde e segurança no trabalho: aplicação às pequenas e médias empresas do setor moveleiro**. Tese (Doutorado), Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.
- MULATINHO, L. **Análise do Sistema de Gestão em Segurança e Saúde no Ambiente de Trabalho em uma Instituição Hospitalar**. 2001. 155f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus I, João Pessoa - PB.
- NASCIMENTO, A. M. A.; ROCHA, C. G.; SILVA, M. E.; SILVA, R.; CARABETE, R. W. **A Importância do Uso de Equipamentos de Proteção na Construção Civil**. Trabalho de Conclusão do Curso Técnico de Segurança do Trabalho. 2009. Escola Técnica Estadual Martin Luther King.
- NETO, T. **Riscos Físicos: quais são e como se prevenir?**. OnSafety. Maringá, 20 de julho de 2020. Disponível em: <https://onsafety.com.br/riscos-fisicos-quais-sao-e-como-se-prevenir/#:~:text=Ru%C3%ADdos%20s%C3%A3o%20os%20riscos%20f%C3%ADsicos,ser%20cont%C3%A2duos%2C%20intermitentes%20e%20vari%C3%A1veis.>> Acesso em: 13 jul. 2022.
- NETO, T. **Riscos Mecânicos: quais são e como se manter protegido?**. OnSafety. Maringá, 03 de agosto de 2020. Disponível em: <https://onsafety.com.br/riscos-mecanicos-quais-sao-e-como-se-manter-protegido/>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- NOVAIS, S. A. **Implementação de um Sistema de Gestão de Segurança em unidades de Ensino de Química: Estudo de caso do Instituto de Química da UFF**. 2014. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.
- OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- OLIVEIRA, J. C. Aspectos culturais influenciam as ações de segurança no trabalho nas empresas. **Revista CIPA**, n. 327, p.22- 62, 2007.
- OLIVEIRA, P. R. C. **As Radiações Ionizantes e seus Efeitos Biológicos: dialogando sobre riscos e benefícios**

na aula de física. 2021. 290 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2021.

OLIVEIRA, S. S. **O papel de avaliação de riscos no gerenciamento de produtos agrotóxicos:** diretrizes para a formulação de políticas públicas. 252 f. Tese (Doutorado em Saúde pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, V. N. **A aquisição de Equipamentos de Proteção Individual na UFJF:** Considerações a partir do estudo de três laboratórios da faculdade de engenharia. 2019. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Avaliação da Educação Pública, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **Safe work and safety culture.**The ILO report for world day for safety and health at work.2004. Disponível em: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/worldday/products04/report04_eng.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2022.

OSTROM, C.; WILHELMSSEN, C.; KAPLAN, B. Assessing safety culture. **Nuclear Safety**, v. 34, n. 2, p. 163-172. 1993.

OUÉDRAOGO, A.; GROSO, A.; MEYER, T. Risk analysis in research environment - Part II: Weighting Lab Criticality Index using the Analytic Hierarchy Process. **Safety Science**, v.49, n.6, p. 785-793, 2011.

PADOVANI, A. **Segurança do Trabalho em Indústrias Alimentícias:** uma abordagem geral. Rio de Janeiro: SOBES, Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança, 2008.

PEINADO, H. S. **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil.** São Carlos: Editora Scienza, 2019.

PONTES, L. C. S.; HONÓRIO, L. C. Cultura de Segurança do Trabalho: o caso de uma grande metalúrgica produtora de equipamentos para a construção. Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro: ANPAD, 2008. p. 1-16. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/abrir_pdf.php?e=OTIXNQ>. Acesso em: 13 mar. 2022.

PORTO, M. S. F. Análise de riscos nos locais de trabalho: conhecer para transformar. **Caderno de saúde do trabalhador.** São Paulo: Kingraf; 2000. 43 p.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents.** Aldershot: Ashgate, 2000.

RIBEIRO, M. C. S. **Enfermagem e Trabalho:** fundamentos para a atenção à saúde dos trabalhadores. 2. ed. São Paulo: Martinari, 2012.

RIBEIRO NETO, J. B. M; TAVARES, J. C.; HOFFMANN, S. C. **Sistemas de gestão integrados:** qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde no trabalho. 3. ed.São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

RIBEIRO, M. B.; DUARTE, V. D.; SALGADO, E. G.; CASTRO, C. V. Prioritization of critical success factors in the process of software development. **IEEE Latin America Transactions**, IEEE, v. 15, n. 1, p. 137–144, 2017.

RIVAS, R. E. G. **Uso do Método Multicritério para Tomada de Decisão Operacional tendo em conta Riscos Operacionais, à Segurança, Ambientais e à Qualidade.** 2016. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

ROCHA, F. B. A.; OLIVEIRA, L. F. A.; CAMPOS, M. C.; CARVALHO, R. J. M. Riscos do trabalho na indústria de panificação: Estudo de caso em uma panificadora de Natal-RN. **Anais [...].** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ABEPRO. Belo Horizonte. 2011.

ROSA, P. K. **Análise Bibliográfica a Respeito da Gestão de Riscos.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2018.

ROSCANI, R.; BITENCOURT, D.; MAIA, P.; RUAS, A. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 1-15, 20 abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00211415>.

RUAN, X.; YIN, Z.; FRANGOPOL, D. M. Risk Matrix Integrating Risk Attitudes Based on Utility Theory. **Risk Analysis**, [S.L.], v. 35, n. 8, p. 1437-1447, 11 maio 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/risa.12400>.

RUSSO, R. F.; CAMANHO, R. Criteria in AHP: a systematic review of literature. **Procedia Computer Science**,

v. 55, p. 1123–1132, 2015.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SAATY, T. L. Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v. 74, n. 3, p. 426-447, 1994a.

SAATY, T. L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. **The Institute for Operations Research and the Management Sciences, Interfaces**, v.24, n.6, p. 19-43, USA, 1994b.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGrawHill Pub. Co., 1991. 367 p.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. MacGraw-Hill International. New York, 1980.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **How to make a decision**. [S.l.: s.n.], 2012a. v. 175.1–21 p. ISSN 08848289. ISBN 0884-8289.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**. 2. ed. Nova York: Springer, 2012b.

SABOIA, R. O. F. **Utilização da ferramenta de APR para a avaliação de riscos em uma indústria produtora de blending para coprocessamento**. 2015. Especialização (Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SALAMI, S. C. S.; GUELBERT, T. F.; SILVA, R. B.; GUELBERT, M.; TESTA, L. Avaliação e Controle de Riscos Físicos, Químicos e Biológicos em um Laboratório de Análises Agronômicas e Ambientais. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 38., 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: ABEPRO. 2018. p. 1-17.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e higiene ocupacional**. São Paulo: LTR, 2ª Ed.2008.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPR**. Avaliação e Controle de Riscos Ambientais. 3ª Edição. São Paulo: LTR, 2011.

SALIBA, T. M.; LANZA, M. B. **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional**, 6ª Ed. – São Paulo: LTr, 2015.

SALVENDY, G. **Handbook of human factors and ergonomics**. 2. ed. Nova York: Wiley, 1997.

SANDERS, M. S.; MCCORMICK, E. J. **Human factors in engineer in gand design**. 7. ed. Nova York: McGraw-Hill. 1993.

SANGIONI, L. A.; PEREIRA, D. I. B.; VOGEL, F. S. F.; BOTTON, S. A. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 91–99, 2012.

SANTOS, R. V.; RIBEIRO, F. K. C. **Manual de Biossegurança**. Vitória – ES. 2017.

SARDINHA, R. D. **Seleção de Estratégia de Sourcing em Atividades de Manutenção num Parque Eólico: Uma Análise Multicritério**. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) -Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

SELL, I. **Projeto do trabalho humano: melhoria das condições de trabalho**. Florianópolis: UFSC, 2002.

SHEN, Q. A. Comparative study of priority setting methods for planned maintenance of public buildings. **Facilities**, v. 15,n. 12/13, p. 331-339, 1997.

SILVA, A. R. **Gestão dos Riscos Ocupacionais, o Manejo do Lodo de Estações de Tratamento de Esgotos e a NBR ISO 31000**. 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

SILVA, D. M. R. **Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial, – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://web.tecgraf.puc-rio.br/press/publication/RosaeSilva2007/RosaeSilva2007.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022.

SILVA, E. C. A.; MAIA, R. E. C. Saúde, segurança do trabalho e a responsabilidade civil do empregador em acidentes de trabalho. **JUSFARESC-Revista Jurídica Santa Cruz**, v. 8, n. 8, 2017.

SILVA, G. O.; OLIVEIRA, G. S.; SILVA, M. M. Estudo de Caso Único: uma estratégia de pesquisa. **Revista Prisma**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 78-90. 2021.

- SILVA, J.; TEIXEIRA, R. Sobrecarga térmica em fábrica de móveis. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p.494-500, 2014.
- STANTON, N.; HEDGE, A.; BROOKLHUIS, K.; SALAS, E.; HENDRICK, H. **Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods**. Boca Raton: CRC Press, 2004.
- STEHLING, M. M. C. T. **Gerenciamento de resíduos com risco biológico e perfurocortantes**: conhecimento e sua aplicação no ciclo básico e na pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. 2009. 144 fls. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- STOLLMEIER, V. B.; OLIVEIRA, I. Operadores de caldeira à lenha e a exposição ao calor. **Labor e Engenho**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 520, 26 dez. 2017. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/labore.v11i4.8649201>.
- STRADIOTO, J. P. **Estudo Ergonômico no Processo Produtivo na Construção Civil na Atividade de Reboco Externo**. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.
- SUTTON, I. Risk Management. **Process Risk and Reliability Management**, [S.L.], p. 1-64, 2015. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-801653-4.00001-1>.
- Tavares, M. **Exposição ocupacional às temperaturas extremas**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2009.
- TEKNOMO, K. **Analytic Hierarchy Process (AHP) tutorial**. 2006. Disponível em: <<https://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/>>. Acesso em: 15 out. 2021.
- THAON, I.; THIEBAUT, A.; JOCHAULT, L.; LEFEBVRE, A.; LAPLANTE, J. J.; DALPHIN, J. C. Influence of Hayand Animal Feed Exposure on Respiratory Status: A Longitudinal Study. **European Respiratory Journal**, v. 37, n. 4, p. 767-774, 2011.
- THEOBALD, R. **Proposta de princípios conceituais para a integração dos fatores humanos à gestão de SMS**: o caso da indústria de petróleo e gás. 225 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- TONYCOX, L. A. What's Wrong with Risk Matrices? **Risk Analysis**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 497-512, abr. 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x>.
- TORRES, G. C. **Gestão de segurança e saúde no trabalho em instituições federais de ensino superior**: uma contribuição para a definição de política e diretrizes. 2019. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Trabalho, Saúde e Ambiente, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo, 2019.
- TUAL, S.; CLIN, B.; LEVÊQUE-MORLAIS, N.; RAHERISON, C.; BALDI, I.; LEBAILLY, P. Agricultural Exposures and Chronic Bronchitis: Findings from the AGRICAN (agriculture and cancer) Cohort. **Annals of Epidemiology**, v. 23, n. 9, p. 539-545, 2013.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual de Segurança**. São Paulo, SP, 2004. 52 p. Disponível em: <<http://www2.iq.usp.br/cipa/manual/manualinteiro.pdf>>. Acesso em: 30 de abril de 2022.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Segurança em Laboratórios Químicos**. 2016. Disponível em: <http://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/seg_lab_quimico.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2022.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Acidentes em laboratório ocasionados por armazenamento inadequado de produtos químicos em geladeiras**. 2020. Disponível em: <https://www.segurancadotrabalho.ufv.br/o-uso-de-refrigeradores-para-armazenamento-de-produtos-quimicos-em-laboratorio/>. Acesso em: 15 set. 2022.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Acidente em laboratório no Centro de Tecnologia**: feridos receberam atendimento no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho. 2018. Disponível em: <https://conexao.ufjf.br/2018/08/acidente-em-laboratorio-no-centro-de-tecnologia/>. Acesso em: 15 set. 2022.
- VALCIN, M.; HENNEBERGER, P. K.; KULLMAN, G. J.; UMBACH, D. M.; LONDON, S. J.; ALAVANJA, M. C. R.; SANDLER, D. P.; HOPPIN, J. A. Chronic Bronchitis among Nonsmoking Farm Women in the Agricultural Health Study. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 49, n. 5, p. 574-583, 2007.
- VENABLES, K. M.; ALLENDER, S. Occupational health provision in UK universities. **Occupational Medicine**, v. 57, n. 3, p. 162-168, 2007.

- VERGA FILHO, A. F. **Segurança em laboratório químico**. Campinas, SP, 2008. 82 p. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/mini_seg_lab_2008.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2022.
- VERONEZI, C. T. P.; CATAI, R. E. Análise Preliminar de Risco na Manutenção Predial de uma Instituição Federal de Ensino Superior. **Revista Engenharia e Construção Civil**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 48-62, jun. 2014
- VETSCHERA, R.; WALTERSCHEID, H. A process-oriented framework for the evaluation of managerial support systems. **Information and Management**, v. 28, n. 3, p. 197-211, 1995.
- VICENTE, K. **The human factor**. Nova York: Routledge, 2004.
- VIEIRA, R. G. L.; SANTOS, B. M. O.; MARTINS, C. H. G.. Riscos Físicos e Químicos em Laboratório de Análises Clínicas de uma Universidade. **Medicina (Ribeirão Preto)**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 508-515. 2008. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v41i4p508-515>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/295/296>>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- VOGELZANG, P. F. J.; GULDEN, J. W. J.; PRELLER, L.; HEEDERIK, D.; TIELEN, M. J. M.; SCHAYCK, C. P. Respiratory Morbidity in Relationship to Farm Characteristics in Swine Confinement Work: Possible Preventive Measures. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 30, n. 2, p. 212-218, 1996.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal Of Operations & Production Management**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 195-219, 1 fev. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414329>
- WELTER, L. B. **Segurança do Trabalho na Construção Civil: Análise da segurança nos trabalhos em altura**. 2014. 63p. Monografia (Curso de especialização) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Ijuí, RS.
- WILSON, J. R.; CORLETT, E. N. **Evaluation of Human Work: a Practical Ergonomics Methodology**. 2. ed. Londres: Taylor and Francis, 1995.
- XELEGATI R.; ROBAZZI M. Riscos Químicos a que estão submetidos os trabalhadores de enfermagem: uma revisão de literatura. **Revista Latinoamericana de Enfermagem**, v.11, n.3, p.350-356, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692003000300013>
- ZINELLI, M.; MARTINS, P.; COSTA, A.; BARELLA, L. Avaliação do Estresse Térmico causado em Operador de Caldeira: Um estudo sobre a Saúde no Ambiente Laboral. **Id OnLine: Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, Jaboaão dos Guararapes - Pe, v. 11, n. 37, p.308-317, 2017.
- ZIVKOVIC, S; PETROVIC, D. Integrated Protection Model: ISO 45001 as a future of safety and health standards. **Megatrend Revija**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 165-182, 2015. Centre for Evaluation in Education and Science (CEON/CEES). <http://dx.doi.org/10.5937/megrev1503165z>.
- ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. Multi-criteria decision aid in financial decision making: methodologies and literature review. **Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis**, [S.L.], v. 11, n. 4-5, p. 167-186, jul. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mcda.333>.
- Yin, R.K. **Case study research, design and methods (applied social research methods)**. Thousand Oaks. California: Sage Publications. 2009.

ANEXO A - Questionário aplicado aos servidores e alunos dos laboratórios

PESQUISA SOBRE SEGURANÇA NO TRABALHO - FORMULÁRIO PARA SERVIDORES E ALUNOS DOS LABORATÓRIOS

Prezado servidor e aluno, esta pesquisa está sendo elaborada para coletar dados para a Dissertação de Bruno Storch de Almeida Calixto, aluno do curso de Pós-graduação em Mestrado de Engenharia de Produção-UNIFEI, sob o tema "Análise da utilização do Método AHP no Processo de Avaliação e Priorização de Riscos Ocupacionais nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa de uma Universidade Federal".

Este formulário não exige a identificação dos servidores e alunos. Os dados coletados através desta pesquisa serão compilados e analisados para servirem de base para o presente estudo, sendo, portanto, fundamental para a determinação das conclusões acerca do tema proposto.

Solicito que o questionário seja respondido com atenção.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO QUESTIONÁRIO.

Aceito contribuir de forma voluntária para o preenchimento deste questionário, que é parte da pesquisa intitulada "**Proposta de Implementação do Método AHP no Processo de Avaliação de Riscos nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa de uma Universidade Federal**", realizada pelo Engenheiro Bruno Storch de Almeida Calixto (brunocalixto@unifei.edu.br) em seu estudo de Mestrado, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello e da Prof^a. Dr^a. Denise Ransolin Soranso da Universidade Federal de Itajubá, cuja temática é aderente à linha de pesquisa do Programa de Engenharia de Produção, intitulada "Qualidade e Produtos". As informações obtidas poderão ser utilizadas pela Universidade objeto de estudo para melhoria e segurança no ambiente de trabalho. Sei que minha participação é livre, não obrigatória, podendo ser interrompida por minha decisão a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Declaro que fui informado e esclarecido sobre a presente pesquisa, e que voluntariamente:

() Aceito participar

() Não aceito participar

ETAPA 1 – IDENTIFICAÇÃO

1. Vínculo com a Instituição Federal de ensino Superior:

Servidor(a)

Aluno(a)

2. Laboratório de atuação:

Laboratório de Processos e Projetos Ambientais (LabPPAM)

3. Há quanto tempo você atua neste laboratório?

4. Quanto tempo por dia atua neste ambiente?

ETAPA 2 - PERCEPÇÃO QUANTO AO RISCO

5. Lhe é familiar os termos “Risco Físico, Risco Químico, Risco Biológico, Risco Ergonômico e Risco de Acidente”?

Sim

Não

6. Está exposto em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa a agentes físico? (Ruído, radiação, vibração, temperaturas extremas)

Sim

Não

7. Caso a pergunta acima for afirmativa, quais agentes físicos está exposto em seu ambiente de trabalho/pesquisa/ensino? Cite-os:

8. Considera que representam risco à saúde os agentes físicos existentes em seu ambiente de trabalho?

Discordo totalmente

Discordo

Concordo

Concordo totalmente

9. Está exposto em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa/ensino a produtos químicos tóxicos e perigosos?

Sim

Não

10. Quais produtos químicos tóxicos e perigosos existentes em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa/ensino? Cite-os:

11. Se você está exposto (exposição por contato, manipulação, inalação) a produtos químicos tóxicos e perigosos, quais são em maior frequência? Assinale todas que se

aplicarem.

Ácidos

Brometo de etídio

Formol

Etanol

Antineoplásicos

Xilol

Outro:

12. Na sua percepção, tem informação suficiente para lidar com agentes químicos tóxicos e perigosos e seus resíduos nas atividades exercidas (ensino, pesquisa e extensão, assistência, apoio)?

Sim

Não

13. Está exposto em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa a agentes biológicos?

Sim

Não

14. Caso a pergunta acima for afirmativa, qual a fonte do agente biológico? Cite-os:

15. Considera que representam risco à saúde os agentes biológicos existentes em seu ambiente de trabalho?

Discordo totalmente

Discordo

Concordo

Concordo totalmente

16. Na sua percepção, tem informação suficiente para lidar com agentes biológicos e infectantes e seus resíduos nas atividades exercidas (ensino, pesquisa e extensão, assistência, apoio)?

Sim

Não

17. Está exposto em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa/ensino a agentes perfurantes, cortantes e escarificantes?

Sim

Não

18. Caso a pergunta acima for afirmativa, quais são os materiais perfurantes, cortantes e

escarificantes manipulados em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa/ensino? Cite-os:

19. Considera que representam risco à saúde os materiais perfurantes, cortantes e escarificantes?

Discordo totalmente

Discordo

Concordo

Concordo totalmente

20. Na sua percepção, tem informação suficiente para lidar com os agentes perfurantes, cortantes e escarificantes e seus resíduos nas atividades exercidas (ensino, pesquisa e extensão, assistência, apoio)?

Sim

Não

21. Está exposto em seu ambiente de trabalho e/ou pesquisa a riscos ergonômicos?

Sim

Não

Caso a pergunta acima for afirmativa, quais fatores contribuem para a exposição do risco ergonômico em seu ambiente de trabalho/pesquisa/ensino? (Pode marcar mais de uma opção).

Esforço físico

Levantamento de peso

Mobiliários inadequados

Postura inadequada

Controle rígido de produtividade

Iluminação Inadequada

Situação de Estresse

Imposição de rotina intensa

Repetitividade

Monotonia das atividades

Jornada de Trabalho prolongada

Outro:

ETAPA 3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

22. No ambiente (laboratório, setor, clínica) onde desenvolve suas atividades os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) estão disponíveis?

Sim

Não

23. Caso a pergunta acima for afirmativa, quais EPIs são fornecidos? (Pode marcar mais de uma opção).

Luvas para procedimentos de látex

Óculos acrílico de proteção

Avental descartável

Máscara descartável

Máscara respiratória N95/bico de pato (filtração de partículas, microorg abaixo de 3 micras)

Máscara respiratória com filtro classe I (para filtração de produtos químicos)

Luva nitrílica (para manipulação de produtos químicos)

Luva de PVC

Macacão

Avental de tecido

Nenhum dos itens acima

Outro:

24. Na sua percepção tem conhecimento suficiente em que situação deve usar cada EPI?

Sim

Não

No ambiente onde atua existem Equipamentos de Proteção Coletiva (que protege o coletivo de trabalhadores do seu ambiente de atuação)?

Caixas apropriadas para descarte de materiais perfurocortantes

Saco de branco leitoso com símbolo de risco p/ descarte de resíduos infectantes, dentro das lixeiras

Lixeira com tampa e pedal identificada com simbologia de risco

Capela de exaustão

Capela de fluxo laminar

Bombonas de polietileno de alta densidade para reenvase de resíduos químicos

Nenhum dos itens acima

Outros:

ETAPA 4: ATUAÇÃO DA INSTITUIÇÃO NA PREVENÇÃO DE RISCOS

25. É fácil a obtenção dos EPIs na organização?

Sim

Não

26. Ao iniciar as atividades na Instituição, foi orientado(a) de como realizar procedimentos operacionais?

Sim

Não

27. Esta orientação foi lhe oferecida pelo:

Docente

Funcionário de apoio

Colega de pesquisa

Não se aplica

Outro

28. Foi oferecido pela Instituição em algum momento, treinamento de Boas práticas laboratoriais ou Biossegurança?

Sim

Não

29. Se a resposta acima foi sim, você participou?

Sim

Não

30. Existe no seu ambiente de atuação Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) para o exercício das atividades?

Sim

Não

Obrigado pela sua participação!

ANEXO B - Questionário aplicado aos especialistas em segurança do trabalho

PESQUISA SOBRE SEGURANÇA NO TRABALHO – FORMULÁRIO PARA ESPECIALISTAS EM SEGURANÇA DO TRABALHO

Prezado especialista em Segurança do trabalho, esta pesquisa está sendo elaborada para coletar dados para a Dissertação de Bruno Storch de Almeida Calixto, aluno do curso de Pós-graduação em Mestrado de Engenharia de Produção-UNIFEI, sob o tema "Proposta de Implementação do Método AHP no Processo de Avaliação de Riscos nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa de uma Universidade Federal".

Este formulário não exige a identificação dos servidores. Os dados coletados através desta pesquisa serão compilados e analisados para servirem de base para o presente estudo, sendo, portanto, fundamental para a determinação das conclusões acerca do tema proposto.

Solicito que o questionário seja respondido com atenção.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO QUESTIONÁRIO

Aceito contribuir de forma voluntária para o preenchimento deste questionário, que é parte da pesquisa intitulada **"Proposta de Implementação do Método AHP no Processo de Avaliação de Riscos nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa de uma Universidade Federal"**, realizada pelo Engenheiro Bruno Storch de Almeida Calixto (brunocalixto@unifei.edu.br) em seu estudo de Mestrado, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello e da Prof^a. Dr^a. Denise Ransolin Soranso da Universidade Federal de Itajubá, cuja temática é aderente à linha de pesquisa do Programa de Engenharia de Produção, intitulada "Qualidade e Produtos". As informações obtidas poderão ser utilizadas pela Universidade objeto de estudo para melhoria e segurança no ambiente de trabalho. Sei que minha participação é livre, não obrigatória, podendo ser interrompida por minha decisão a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Declaro que fui informado e esclarecido sobre a presente pesquisa, e que voluntariamente:

Aceito participar

Não aceito participar

<p>1. Cargo Público que ocupa na Instituição Federal de Ensino Superior (IFES):</p> <p><input type="checkbox"/> Engenheiro de Segurança do Trabalho</p> <p><input type="checkbox"/> Médico do Trabalho</p> <p>2. Região da IFES que trabalha:</p> <p><input type="checkbox"/> Centro-Oeste</p> <p><input type="checkbox"/> Nordeste</p> <p><input type="checkbox"/> Norte</p> <p><input type="checkbox"/> Sudeste</p> <p><input type="checkbox"/> Sul</p> <p>3. Na IFES que você trabalha são aplicadas técnicas de gestão de riscos para identificar, analisar e avaliar os riscos ocupacionais?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim</p> <p><input type="checkbox"/> Não</p> <p>4. Caso a resposta acima for afirmativa, quais métodos de avaliação dos riscos ocupacionais são utilizados?</p> <p><input type="checkbox"/> Avaliação de risco ambiental</p> <p><input type="checkbox"/> Análise de causa-raiz</p> <p><input type="checkbox"/> Análise de árvore de falhas</p> <p><input type="checkbox"/> Análise de causa e consequência</p> <p><input type="checkbox"/> Matriz de probabilidade/consequência (Matriz de Risco)</p> <p><input type="checkbox"/> Análise de decisão por multicritérios (MCDA)</p> <p><input type="checkbox"/> Outro</p> <p>5. Na etapa de avaliação de riscos, como são definidas as prioridades dos riscos para aplicação de medidas de controle e ações preventivas na IFES?</p> <p>6. Na sua opinião, a utilização do método AHP para avaliação e priorização dos riscos ocupacionais é viável na IFES em que você trabalha?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim</p> <p><input type="checkbox"/> Não</p> <p>7. Caso a pergunta acima for negativa, por qual motivo é inviável?</p> <p>Obrigado pela sua participação!</p>
--

ANEXO C - Questionário da planilha AHP do LABPPAM

Primeiramente, gostaria de agradecer pela grande ajuda que você está me fornecendo com sua experiência na área de Segurança do Trabalho. Esta etapa da coleta de dados é fundamental para minha investigação científica.

Nas abas "APR" e "Hierarquia", estão os riscos identificados através da Análise Preliminar de Riscos do Laboratório de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) localizada no Sul do Brasil e que serão questionados nas abas seguintes.

Com o intuito de priorizar a implementação de ações de prevenção ou correção dos riscos, nas abas seguintes deste arquivo estão as tabelas de preenchimento necessárias para avaliar os riscos ambientais (Acidente, Ergonômico e Químico). Cada avaliação para priorização dos riscos ambientais serão abordadas nas quatro abas específicas.

Conforme a tabela APR, não houve identificação do risco biológico, portanto, não haverá avaliação deste risco. Também não houve identificação de mais de um fator de risco físico, portanto, não haverá avaliação deste risco isoladamente.

Dentro de cada aba está descrito cada uma das alternativas que serão questionadas e traz perguntas relativas ao método, a qual deve ser respondida após a leitura e compreensão de cada um dos riscos envolvidos.

Para mensurarmos quais são os riscos ambientais mais importantes para você priorizá-los, basta seguir estes passos:

1. Responda às perguntas estipuladas nas abas "Avaliação Riscos Ambientais", "Avaliação Risco de Acidente", "Avaliação Risco Ergonômico", "Avaliação Risco Químico", com o grau de importância em escala numérica (1/9 a 9) no campo em amarelo, conforme tabela próxima ao questionário.
2. Após responder cada conjunto de perguntas, verifique se o indicador RC, no canto direito da mesma aba, está verde e com valor menor que 0,10.
3. Se o valor de RC está verde (menor que 0,10), clique em cima da frase "CLIQUE AQUI PARA PRÓXIMA AVALIAÇÃO". Porém, se não estiver verde, ou seja, vermelho (com valor maior que 0,10), responda o questionário novamente se atentando à coerência das respostas dadas. Lembre-se que: (1) Se você julga A melhor que B e B melhor que C, é incoerente dizer que C é melhor ou igual a A, sob a luz de um mesmo critério. (2) Quanto maior o número de perguntas, mais fácil de cairmos em incoerência! Isso é normal!
4. Ao final da avaliação confira na aba "RANKING DOS RISCOS", qual Risco ambiental é mais importantes para você para implementação medidas de prevenção e controle.
5. Conforme solicitado, por gentileza, clique no link abaixo para finalizar respondendo o questionário para os especialistas no Google Forms. Este formulário também será enviado por e-mail, caso não consiga abrir pelo link abaixo.

[Clique aqui para acessar o formulário](#)

Figura 22 - Orientações para o preenchimento da planilha

Fonte: Autoria própria

Questionário relacionado aos Riscos Ambientais.				
Qual a importância do	Risco Químico	com relação o	Risco Físico	?
Qual a importância do	Risco Químico	com relação o	Risco de Acidente	?
Qual a importância do	Risco Químico	com relação o	Risco Ergonômico	?
Qual a importância do	Risco Físico	com relação o	Risco de Acidente	?
Qual a importância do	Risco Físico	com relação o	Risco Ergonômico	?
Qual a importância do	Risco de Acidente	com relação o	Risco Ergonômico	?

Figura 23 - Questionário relacionado aos Riscos Ambientais

Fonte: Autoria própria

Questionário relacionado ao Riscos de Acidente.				
Qual a importância do	Fator "Choque Elétrico" (A1)	com relação o	Fator "Alta temperatura da Estufa" (A2)	?
Qual a importância do	Fator "Choque Elétrico" (A1)	com relação o	Fator "Lâmina do Moinho de facas" (A3)	?
Qual a importância do	Fator "Choque Elétrico" (A1)	com relação o	Fator "Alta temperatura do Forno Tubular" (A4)	?
Qual a importância do	Fator "Alta temperatura da Estufa" (A2)	com relação o	Fator "Lâmina do Moinho de facas" (A3)	?
Qual a importância do	Fator "Alta temperatura da Estufa" (A2)	com relação o	Fator "Alta temperatura do Forno Tubular" (A4)	?
Qual a importância do	Fator "Lâmina do Moinho de facas" (A3)	com relação o	Fator "Alta temperatura do Forno Tubular" (A4)	?

Figura 24 - Questionário relacionado aos Fatores do risco de acidente

Fonte: Autoria própria

Questionário relacionado ao Risco Ergonômico				
Qual a importância da	"Permanência prolongada na postura em pé" (E1)	com relação o	"Mobiliário Inadequado" (E2)	?
Qual a importância da	"Permanência prolongada na postura em pé" (E1)	com relação o	"Desconforto Acústico" (E3)	?
Qual a importância do	"Mobiliário Inadequado" (E2)	com relação o	"Desconforto Acústico" (E3)	?

Figura 25 - Questionário relacionado aos Fatores do risco ergonômico

Fonte: Autoria própria

Questionário relacionado aos Riscos Químicos com Índice de Risco 6				
Qual a importância do	"Gases da queima da Biomassa" Q1	com relação o	"Tartarato de antimônio e potássio" Q3	?
Qual a importância do	"Gases da queima da Biomassa" Q1	com relação o	"Molibdato de Amônio" Q4	?
Qual a importância do	"Tartarato de antimônio e potássio" Q3	com relação o	"Molibdato de Amônio" Q4	?
Questionário relacionado aos Riscos Químicos com Índice de Risco 7				
Qual a importância do	"Ácido Sulfúrico" Q2	com relação o	"Permanganato de Potássio" Q7	?
Questionário relacionado aos Riscos Químicos com Índice de Risco 8				
Qual a importância do	"Peróxido de Hidrogênio" Q8	com relação o	"Ácido Nítrico" Q11	?
Qual a importância do	"Peróxido de Hidrogênio" Q8	com relação o	"Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio" Q12	?
Qual a importância do	"Ácido Nítrico" Q11	com relação o	"Ácido Nítrico + Peróxido de Hidrogênio" Q12	?
Questionário relacionado aos Riscos Químicos com Índice de Risco 9				
Qual a importância do	"Álcool Etilico" Q9	com relação o	"Álcool Isopropílico" Q10	?
Qual a importância do	"Álcool Etilico" Q9	com relação a	"Mistura Cadmio + Ácido Nítrico 10%" Q13	?
Qual a importância do	"Álcool Etilico" Q9	com relação a	"Mistura Chumbo + Ácido Nítrico" Q14	?
Qual a importância do	"Álcool Isopropílico" Q10	com relação a	"Mistura Cadmio + Ácido Nítrico 10%" Q13	?
Qual a importância do	"Álcool Isopropílico" Q10	com relação a	"Mistura Chumbo + Ácido Nítrico" Q14	?
Qual a importância da	"Mistura Cadmio + Ácido Nítrico 10%" Q13	com relação a	"Mistura Chumbo + Ácido Nítrico" Q14	?
Questionário relacionado aos Riscos Químicos com Índice de Risco 10				
Qual a importância da	"Acetona" Q5	com relação o	"Hipoclorito de Sódio" Q6	?

Figura 26 - Questionário relacionado aos Fatores do risco químico

Fonte: Autoria própria

ANEXO D - Matrizes com os julgamentos dos especialistas

D.1 Respostas fornecidas pelo Especialista “1”

Tabela 7 - Especialista 1 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	1/5	1/5	1/5	0,061
Risco Físico	5	1	1	1	0,303
Risco de Acidente	5	1	1	3	0,399
Risco Ergonômico	5	1	1/5	1	0,237

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 - Especialista 1 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	5	5	5	0,625
A2	1/5	1	1	1	0,125
A3	1/5	1	1	1	0,125
A4	1/5	1	1	1	0,125

Fonte: Autoria própria

Tabela 9 - Especialista 1 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	1	0,333
E2	1	1	1	0,333
E3	1	1	1	0,333

Fonte: Autoria própria

Tabela 10 - Especialista 1 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	4	0,433
Q3	1	1	5	0,466
Q4	1/4	1/5	1	0,101

Fonte: Autoria própria

Tabela 11 - Especialista 1 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	5	0,833
Q7	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 12 - Especialista 1 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1	1/3	0,187
Q11	1	1	1/5	0,158
Q12	3	5	1	0,655

Fonte: Autoria própria

Tabela 13 - Especialista 1 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1	1	0,250
Q10	1	1	1	1	0,250
Q13	1	1	1	1	0,250
Q14	1	1	1	1	0,250

Fonte: Autoria própria

Tabela 14 - Especialista 1 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1/5	0,167
Q6	5	1	0,833

Fonte: Autoria própria

D.2 Respostas fornecidas pelo Especialista “2”

Tabela 15 - Especialista 2 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	1/7	1/7	1/5	0,048
Risco Físico	7	1	1/5	1	0,200
Risco de Acidente	7	5	1	3	0,556
Risco Ergonômico	5	1	1/3	1	0,195

Fonte: Autoria própria

Tabela 16 - Especialista 2 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	9	5	9	0,625
A2	1/9	1	1/7	1	0,053
A3	1/5	7	1	7	0,269
A4	1/9	1	1/7	1	0,053

Fonte: Autoria própria

Tabela 17 - Especialista 2 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	9	0,490
E2	1	1	7	0,451
E3	1/9	1/7	1	0,059

Fonte: Autoria própria

Tabela 18 - Especialista 2 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	1/9	0,091
Q3	1	1	1/9	0,091
Q4	9	9	1	0,818

Fonte: Autoria própria

Tabela 19 - Especialista 2 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
--------------	----	----	-------------

Q2	1	9	0,900
Q7	1/9	1	0,100

Fonte: Autoria própria

Tabela 20 - Especialista 2 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1	1/9	0,097
Q11	1	1	1/7	0,105
Q12	9	7	1	0,798

Fonte: Autoria própria

Tabela 21 - Especialista 2 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/3	1/7	0,083
Q10	1	1	1/9	1/9	0,057
Q13	3	9	1	1	0,388
Q14	7	9	1	1	0,472

Fonte: Autoria própria

Tabela 22 - Especialista 2 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	9	0,900
Q6	1/9	1	0,100

Fonte: Autoria própria

D.3 Respostas fornecidas pelo Especialista “3”

Tabela 23 - Especialista 3 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	1	1	7	0,325
Risco Físico	1	1	1	5	0,300
Risco de Acidente	1	1	1	7	0,325
Risco Ergonômico	1/7	1/5	1/7	1	0,051

Fonte: Autoria própria

Tabela 24 - Especialista 3 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	9	5	9	0,652
A2	1/9	1	1/5	1	0,059
A3	1/5	5	1	5	0,230
A4	1/9	1	1/5	1	0,059

Fonte: Autoria própria

Tabela 25 - Especialista 3 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	1/7	0,111
E2	1	1	1/7	0,111
E3	7	7	1	0,778

Fonte: Autoria própria

Tabela 26 - Especialista 3 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	1/5	0,129
Q3	1	1	1/9	0,106
Q4	5	9	1	0,765

Fonte: Autoria própria

Tabela 27 - Especialista 3 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	9	0,900
Q7	1/9	1	0,100

Fonte: Autoria própria

Tabela 28 - Especialista 3 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/9	1/9	0,053
Q11	9	1	1	0,474
Q12	9	1	1	0,474

Fonte: Autoria própria

Tabela 29 - Especialista 3 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/9	1/9	0,050
Q10	1	1	1/9	1/9	0,050
Q13	9	9	1	1	0,450
Q14	9	9	1	1	0,450

Fonte: Autoria própria

Tabela 30 - Especialista 3 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1/7	0,125
Q6	7	1	0,875

Fonte: Autoria própria

D.4 Respostas fornecidas pelo Especialista “4”

Tabela 31 - Especialista 4 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	9	9	9	0,725
Risco Físico	1/9	1	1	3	0,112
Risco de Acidente	1/9	1	1	3	0,112
Risco Ergonômico	1/9	1/3	1/3	1	0,051

Fonte: Autoria própria

Tabela 32 - Especialista 4 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	9	1	9	0,528

A2	1/9	1	1/3	1	0,079
A3	1	3	1	3	0,313
A4	1/9	2	1/3	1	0,079

Fonte: Autoria própria

Tabela 33 - Especialista 4 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	1/3	0,200
E2	1	1	1/3	0,200
E3	3	3	1	0,600

Fonte: Autoria própria

Tabela 34 - Especialista 4 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	1	0,333
Q3	1	1	1	0,333
Q4	1	1	1	0,333

Fonte: Autoria própria

Tabela 35 - Especialista 4 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	1	0,500
Q7	1	1	0,500

Fonte: Autoria própria

Tabela 36 - Especialista 4 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1	1	0,333
Q11	1	1	1	0,333
Q12	1	1	1	0,333

Fonte: Autoria própria

Tabela 37 - Especialista 4 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1	1	0,250
Q10	1	1	1	1	0,250
Q13	1	1	1	1	0,250
Q14	1	1	1	1	0,250

Fonte: Autoria própria

Tabela 38 - Especialista 4 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1	0,500
Q6	1	1	0,500

Fonte: Autoria própria

D.5 Respostas fornecidas pelo Especialista “5”

Tabela 39 - Especialista 5 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	3	9	9	0,618
Risco Físico	1/3	1	2	6	0,223
Risco de Acidente	1/9	1/2	1	4	0,115
Risco Ergonômico	1/9	1/6	1/4	1	0,044

Fonte: Autoria própria

Tabela 40 - Especialista 5 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	7	7	5	0,658
A2	1/7	1	2	1	0,126
A3	1/7	½	1	2	0,117
A4	1/5	1	1/2	1	0,100

Fonte: Autoria própria

Tabela 41 - Especialista 5 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	2	0,377
E2	1	1	4	0,472
E3	1/2	1/4	1	0,151

Fonte: Autoria própria

Tabela 42 - Especialista 5 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	1	0,333
Q3	1	1	1	0,333
Q4	1	1	1	0,333

Fonte: Autoria própria

Tabela 43 - Especialista 5 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	3	0,75
Q7	1/3	1	0,25

Fonte: Autoria própria

Tabela 44 - Especialista 5 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1	2	0,4
Q11	1	1	2	0,4
Q12	1/2	1/2	1	0,2

Fonte: Autoria própria

Tabela 45 – Especialista 5 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	2	1/2	1/3	0,174
Q10	1/2	1	1/2	1/3	0,123
Q13	2	2	1	1	0,351
Q14	3	3	1	1	0,351

Fonte: Autoria própria

Tabela 46 - Especialista 5 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	3	0,75
Q6	1/3	1	0,25

Fonte: Autoria própria

D.6 Respostas fornecidas pelo Especialista “6”

Tabela 47 - Especialista 6 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	3	1/3	1	0,201
Risco Físico	1/3	1	1/3	1/3	0,097
Risco de Acidente	3	3	1	5	0,520
Risco Ergonômico	1	3	1/5	1	0,183

Fonte: Autoria própria

Tabela 48 - Especialista 6 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	3	3	3	0,500
A2	1/3	1	1	1	0,167
A3	1/3	1	1	1	0,167
A4	1/3	1	1	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 49 - Especialista 6 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	3	1	0,429
E2	1/3	1	1/3	0,143
E3	1	3	1	0,429

Fonte: Autoria própria

Tabela 50 - Especialista 6 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	3	5	0,655
Q3	1/3	1	1	0,187
Q4	1/5	1	1	0,158

Fonte: Autoria própria

Tabela 51 - Especialista 6 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	3	0,750
Q7	1/3	1	0,250

Fonte: Autoria própria

Tabela 52 - Especialista 6 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	5	1	0,480

Q11	1/5	1	1/3	0,115
Q12	1	3	1	0,405

Fonte: Autoria própria

Tabela 53 - Especialista 6 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	3	1	0,325
Q10	1	1	1	1	0,242
Q13	1/3	1	1	1	0,192
Q14	1	1	1	1	0,242

Fonte: Autoria própria

Tabela 54 - Especialista 6 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	3	0,750
Q6	1/3	1	0,250

Fonte: Autoria própria

D.7 Respostas fornecidas pelo Especialista “7”

Tabela 55 - Especialista 7 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	1/3	1/7	1	0,081
Risco Físico	3	1	1/5	3	0,207
Risco de Acidente	7	5	1	5	0,620
Risco Ergonômico	1	1/3	1/5	1	0,091

Fonte: Autoria própria

Tabela 56 - Especialista 7 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	7	3	5	0,573
A2	1/7	1	1/5	1/3	0,058
A3	1/3	5	1	1	0,210
A4	1/5	3	1	1	0,159

Fonte: Autoria própria

Tabela 57 - Especialista 7 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1/3	1	0,187
E2	3	1	5	0,655
E3	1	1/5	1	0,158

Fonte: Autoria própria

Tabela 58 - Especialista 7 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	3	5	0,655
Q3	1/3	1	1	0,187
Q4	1/5	1	1	0,158

Fonte: Autoria própria

Tabela 59 - Especialista 7 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	5	0,833
Q7	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 60 - Especialista 7 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/5	1/3	0,106
Q11	5	1	3	0,633
Q12	3	1/3	1	0,260

Fonte: Autoria própria

Tabela 61 - Especialista 7 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/3	1/5	0,094
Q10	1	1	1/7	1/9	0,065
Q13	3	7	1	1	0,381
Q14	5	9	1	1	0,459

Fonte: Autoria própria

Tabela 62 - Especialista 7 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	3	0,750
Q6	1/3	1	0,250

Fonte: Autoria própria

D.8 Respostas fornecidas pelo Especialista “8”

Tabela 63 - Especialista 8 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	9	5	5	0,616
Risco Físico	1/9	1	1/5	1/3	0,049
Risco de Acidente	1/5	5	1	3	0,221
Risco Ergonômico	1/5	3	1/3	1	0,114

Fonte: Autoria própria

Tabela 64 - Especialista 8 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	3	4	4	0,527
A2	1/3	1	1/3	1/3	0,097
A3	1/4	3	1	1	0,188
A4	1/4	3	1	1	0,188

Fonte: Autoria própria

Tabela 65 - Especialista 8 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
-----------	----	----	----	-------------

E1	1	1	1/3	0,200
E2	1	1	1/3	0,200
E3	3	3	1	0,600

Fonte: Autoria própria

Tabela 66 - Especialista 8 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	1	1/5	0,143
Q3	1	1	1/5	0,143
Q4	5	5	1	0,714

Fonte: Autoria própria

Tabela 67 – Especialista 8 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	1/5	0,167
Q7	5	1	0,833

Fonte: Autoria própria

Tabela 68 - Especialista 8 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	3	5	0,655
Q11	1/3	1	1	0,187
Q12	1/5	1	1	0,158

Fonte: Autoria própria

Tabela 69 - Especialista 8 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1/5	1/6	1/7	0,050
Q10	5	1	1	1/3	0,226
Q13	6	1	1	1	0,307
Q14	7	3	1	1	0,416

Fonte: Autoria própria

Tabela 70 - Especialista 8 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1	0,500
Q6	1	1	0,500

Fonte: Autoria própria

D.9 Respostas fornecidas pelo Especialista “9”

Tabela 71 - Especialista 9 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	9	7	7	0,672
Risco Físico	1/9	1	1/5	1/5	0,043
Risco de Acidente	1/7	5	1	1	0,142
Risco Ergonômico	1/7	5	1	1	0,142

Fonte: Autoria própria

Tabela 72 - Especialista 9 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	6	5	5	0,591
A2	1/6	1	1/5	1	0,078
A3	1/5	5	1	3	0,241
A4	1/5	1	1/3	1	0,089

Fonte: Autoria própria

Tabela 73 - Especialista 9 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1/7	1/5	0,073
E2	7	1	3	0,645
E3	5	1/3	1	0,282

Fonte: Autoria própria

Tabela 74 - Especialista 9 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	5	5	0,714
Q3	1/5	1	1	0,143
Q4	1/5	1	1	0,143

Fonte: Autoria própria

Tabela 75 - Especialista 9 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	5	0,833
Q7	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 76 - Especialista 9 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/7	1/7	0,065
Q11	7	1	1	0,467
Q12	7	1	1	0,467

Fonte: Autoria própria

Tabela 77 - Especialista 9 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/5	1/5	0,083
Q10	1	1	1/5	1/5	0,083
Q13	5	5	1	1	0,417
Q14	5	5	1	1	0,417

Fonte: Autoria própria

Tabela 78 - Especialista 9 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	5	0,833
Q6	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

D.10 Respostas fornecidas pelo Especialista “10”

Tabela 79 - Especialista 10 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	5	1/3	5	0,300
Risco Físico	1/5	1	1/5	1	0,080
Risco de Acidente	3	5	1	7	0,549
Risco Ergonômico	1/5	1	1/7	1	0,071

Fonte: Autoria própria

Tabela 80 - Especialista 10 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	9	7	9	0,706
A2	1/9	1	1/3	1	0,066
A3	1/7	3	1	3	0,162
A4	1/9	1	1/3	1	0,066

Fonte: Autoria própria

Tabela 81 - Especialista 10 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	3	1	0,429
E2	1/3	1	1/3	0,143
E3	1	3	1	0,429

Fonte: Autoria própria

Tabela 82 - Especialista 10 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	3	3	0,600
Q3	1/3	1	1	0,200
Q4	1/3	1	1	0,200

Fonte: Autoria própria

Tabela 83 - Especialista 10 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	5	0,833
Q7	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 84 - Especialista 10 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/5	1/5	0,091
Q11	5	1	1	0,455
Q12	5	1	1	0,455

Fonte: Autoria própria

Tabela 85 - Especialista 10 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	3	3	0,375
Q10	1	1	3	3	0,375

Q13	1/3	1/3	1	1	0,125
Q14	1/3	1/3	1	1	0,125

Fonte: Autoria própria

Tabela 86 - Especialista 10 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	3	0,750
Q6	1/3	1	0,250

Fonte: Autoria própria

D.11 Respostas fornecidas pelo Especialista “11”

Tabela 87 - Especialista 11 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	7	1	5	0,421
Risco Físico	1/7	1	1/7	1/3	0,052
Risco de Acidente	1	7	1	5	0,421
Risco Ergonômico	1/5	3	1/5	1	0,106

Fonte: Autoria própria

Tabela 88 - Especialista 11 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	7	1	7	0,450
A2	1/7	1	1/7	1	0,064
A3	1	7	1	5	0,415
A4	1/7	1	1/5	1	0,070

Fonte: Autoria própria

Tabela 89 - Especialista 11 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	3	3	0,600
E2	1/3	1	1	0,200
E3	1/3	1	1	0,200

Fonte: Autoria própria

Tabela 90 - Especialista 11 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
Q1	1	7	5	0,746
Q3	1/7	1	1	0,120
Q4	1/5	1	1	0,134

Fonte: Autoria própria

Tabela 91 - Especialista 11 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	5	0,833
Q7	1/5	1	0,167

Fonte: Autoria própria

Tabela 92 - Especialista 11 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/9	1/3	0,071
Q11	9	1	5	0,748
Q12	3	1/5	1	0,180

Fonte: Autoria própria

Tabela 93 - Especialista 11 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/5	1/7	0,083
Q10	1	1	1/3	1/3	0,116
Q13	5	3	1	1	0,383
Q14	7	3	1	1	0,418

Fonte: Autoria própria

Tabela 94 - Especialista 11 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1/3	0,250
Q6	3	1	0,750

Fonte: Autoria própria

D.12 Respostas fornecidas pelo Especialista “12”

Tabela 95 – Especialista 12 – Prioridade dos Riscos Ambientais

RISCOS AMBIENTAIS	Risco Químico	Risco Físico	Risco de Acidente	Risco Ergonômico	Prioridades
Risco Químico	1	7	1	7	0,450
Risco Físico	1/7	1	1/5	1	0,070
Risco de Acidente	1	5	1	7	0,415
Risco Ergonômico	1/7	1	1/7	1	0,064

Fonte: Autoria própria

Tabela 96 - Especialista 12 – Fatores do risco de acidente

ACIDENTE	A1	A2	A3	A4	Prioridades
A1	1	5	1	5	0,417
A2	1/5	1	1/5	1	0,083
A3	1	5	1	5	0,417
A4	1/5	1	1/5	1	0,083

Fonte: Autoria própria

Tabela 97 - Especialista 12 – Fatores do risco ergonômico

ERGONOMIA	E1	E2	E3	Prioridades
E1	1	1	1	0,333
E2	1	1	1	0,333
E3	1	1	1	0,333

Fonte: Autoria própria

Tabela 98 - Especialista 12 – Fatores do risco químico IR 6

QUÍMICO IR 6	Q1	Q3	Q4	Prioridades
--------------	----	----	----	-------------

Q1	1	5	5	0,714
Q3	1/5	1	1	0,143
Q4	1/5	1	1	0,143

Fonte: Autoria própria

Tabela 99 - Especialista 12 – Fatores do risco químico IR 7

QUÍMICO IR 7	Q2	Q7	Prioridades
Q2	1	1	0,500
Q7	1	1	0,500

Fonte: Autoria própria

Tabela 100 - Especialista 12 – Fatores do risco químico IR 8

QUÍMICO IR 8	Q8	Q11	Q12	Prioridades
Q8	1	1/3	1/3	0,143
Q11	3	1	1	0,429
Q12	3	1	1	0,429

Fonte: Autoria própria

Tabela 101 - Especialista 12 – Fatores do risco químico IR 9

QUÍMICO IR 9	Q9	Q10	Q13	Q14	Prioridades
Q9	1	1	1/5	1/5	0,083
Q10	1	1	1/5	1/5	0,083
Q13	5	5	1	1	0,417
Q14	5	5	1	1	0,417

Fonte: Autoria própria

Tabela 102 - Especialista 12 – Fatores do risco químico IR 10

QUÍMICO IR 10	Q5	Q6	Prioridades
Q5	1	1	0,500
Q6	1	1	0,500

Fonte: Autoria própria