



**FELIPE ABRAHÃO MANTOVANI**  
**MURILO PAIVA MORAIS**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE  
UMA EMPRESA DE SEGURANÇA DO TRABALHO  
ESPECIALIZADA EM RISCOS DE PROCESSOS NA  
INDÚSTRIA QUÍMICA**

**LAVRAS - MG**

**2023**

**Felipe Abrahão Mantovani**  
**Murilo Paiva Moraes**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA EMPRESA DE  
SEGURANÇA DO TRABALHO ESPECIALIZADA EM RISCOS DE PROCESSOS  
NA INDÚSTRIA QUÍMICA**

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do  
curso de Engenharia Química  
para a obtenção do título de  
bacharel

Prof. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula  
Orientadora

**LAVRAS - MG**  
**2023**

**Felipe Abrahão Mantovani**  
**Murilo Paiva Moraes**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA EMPRESA DE  
SEGURANÇA DO TRABALHO ESPECIALIZADA EM RISCOS DE PROCESSOS  
NA INDÚSTRIA QUÍMICA**

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do  
curso de Engenharia Química  
para a obtenção do título de  
bacharel.

---

Prof. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula  
Orientadora

**LAVRAS - MG**  
**2023**

## AGRADECIMENTOS

Queremos expressar nossos mais profundos agradecimentos a todos que contribuíram de maneira significativa para a conclusão bem-sucedida de nosso Trabalho de Conclusão de Curso. Este é um momento especial que não seria possível sem o apoio e incentivo de muitas pessoas importantes em nossas vidas.

Em primeiro lugar, dirigimos nossa gratidão aos nossos pais, verdadeiros pilares de apoio. Aos pais de Felipe, Roberto e Vanessa, e aos pais de Murilo, Rosa e Manoel, expressamos nossa eterna gratidão pelo amor, compreensão e suporte incondicional ao longo dessa jornada acadêmica. Ao irmão de Murilo, João, e aos irmãos de Felipe, Bernardo e Henrique, agradecemos por serem fontes de inspiração e por compartilharem conosco momentos inesquecíveis durante todo o percurso acadêmico. A família é o alicerce de nossas conquistas, e estamos imensamente agradecidos por tê-los ao nosso lado. Aos nossos familiares, que sempre estiveram presentes nos momentos de desafio e celebração, expressamos nosso reconhecimento pela constante motivação e apoio.

Um agradecimento especial a todos os amigos que compartilharam conosco cada desafio e vitória ao longo desses anos. Suas amizades tornaram nossa jornada acadêmica mais rica e significativa. Um agradecimento à Mariana por ter sido uma peça fundamental na trajetória do Murilo.

Queremos estender nossos agradecimentos ao Márcio, que gentilmente abriu as portas para nossa experiência de estágio. Sua mentoria e suporte foram fundamentais para nossa formação profissional.

Por fim, estendemos nossos agradecimentos aos professores do curso de Engenharia Química e da UFLA como um todo. Em especial, à nossa Orientadora Luana e ao Coorientador Raphael, que guiaram nossos passos com paciência.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para o nosso crescimento e sucesso, nosso sincero obrigado. Este é apenas o começo de uma jornada promissora, e levamos conosco a lembrança e o aprendizado de cada um de vocês.

## RESUMO

O seguinte estudo propôs a implementação de uma empresa dedicada à segurança do trabalho na região de Lavras, Sul de Minas Gerais, com foco na análise de riscos de processos industriais. Ao traçar uma linha histórica desde o surgimento da segurança do trabalho até as regulamentações no Brasil, especialmente pela Consolidação da Lei do Trabalho (CLT), o estudo ressaltou a importância vital desse campo para o bem-estar dos trabalhadores e a manutenção sustentável das operações empresariais. O trabalho buscou não apenas atender às exigências regulatórias, mas também se posicionar de maneira proativa e preventiva, garantindo um ambiente laboral seguro e contribuindo para a melhoria contínua das condições de trabalho. A análise de mercado detalhada visou assegurar a eficácia e relevância dos serviços planejados, enfatizando a necessidade de adaptar-se às demandas específicas da região. O estudo de mercado no sul de Minas Gerais revelou oportunidades e desafios para a empresa de segurança do trabalho analisada. Lavras destacou-se como um polo atrativo, especialmente para empresas de médio e grande porte, embora a concorrência, notadamente em Varginha, seja significativa. A imposição do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) impulsionou a demanda por serviços especializados, e o expressivo crescimento de empresas registradas em Minas Gerais, incluindo indústrias que oferecem oportunidades valiosas para o crescimento dessa empresa. Em relação aos investimentos, foram analisados os custos de CAPEX e OPEX de maneira abrangente, além de estratégias de marketing. A estrutura de receitas foi estabelecida pela precificação de serviços como PGR, LTCAT e análises de riscos. A conclusão ressalta a necessidade de expansão dos serviços para garantir um retorno financeiro considerável diante da demanda atual.

## ABSTRACT

The following study proposes the implementation of a company dedicated to occupational safety in the Lavras region, Southern Minas Gerais, with a focus on the analysis of industrial process risks. Tracing a historical line from the emergence of occupational safety to regulations in Brazil, especially through the Consolidation of Labor Laws (CLT), the study underscores the vital importance of this field for the well-being of workers and the sustainable maintenance of business operations. The project aims not only to meet regulatory requirements but also to position itself proactively and preventively, ensuring a safe working environment and contributing to the continuous improvement of working conditions. The detailed market analysis seeks to ensure the effectiveness and relevance of the planned services, emphasizing the need to adapt to the specific demands of the region. The market study in Southern Minas Gerais revealed opportunities and challenges for the analyzed occupational safety company. Lavras stands out as an attractive hub, especially for medium and large enterprises, although competition, notably in Varginha, is significant. The imposition of the Risk Management Program (PGR) has driven demand for specialized services, and the significant growth of registered companies in Minas Gerais, including industries, offers valuable opportunities for the growth of this company. In terms of investments, both CAPEX and OPEX costs were comprehensively analyzed, along with marketing strategies. The revenue structure was established through the pricing of services such as PGR, LTCAT, and risk analysis. The conclusion highlights the need to expand services to ensure a considerable financial return in light of current demand.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo das leis referentes à segurança do trabalho. ....	14
Figura 2 - Fluxograma de custos para elaboração de um empreendimento. ....	31
Figura 3 - Fluxograma CAPEX. ....	35
Figura 4 - Fluxograma OPEX. ....	37
Figura 5 - Critérios de probabilidade de ocorrência. ....	39
Figura 6 - Critérios de gravidade de danos à saúde. ....	40
Figura 7 - Matriz de Risco para estimar a categoria do risco. ....	40
Figura 8 - Orientação por risco segundo a classificação da matriz. ....	41
Figura 9 - Identificação dos perigos por GHE.....	42
Figura 10 - Limites de exposição à ruído adotado pela NR-15. ....	44
Figura 11 - Dosímetro Instrutherm DOS-1000X. ....	45
Figura 12 - Regime de trabalho em função do IBUTG. ....	45
Figura 13 - Relação entre taxa de metabolismo média e IBUTG.....	46
Figura 14 - Relação entre metabolismo e atividade exercida. ....	46
Figura 15 - Termômetro de globo digital Itemp. ....	47
Figura 16 - Radiômetro Radalert-100 ..... 48	48
Figura 17 - Limite de dose anual para trabalhadores expostos à radiação ..... 49	49
Figura 18 - Bomba de amostragem GilAir Plus. ....	49
Figura 19 - Bomba de amostragem acoplada ao trabalhador. ....	50
Figura 20 - Raio 60km Lavras. ....	54
Figura 21 - Cidades na região com maiores aberturas de empresas. ....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- NHOs e seus objetivos segundo a FUNDACENTRO. ....	18
Tabela 2 - Principais NRs para a indústria química. ....	20
Tabela 3 - Equipamentos administrativos adquiridos. ....	36
Tabela 4 - Limites de tolerância recomendados pela ACGIH para alguns particulados...52	
Tabela 5 - Análise de empresas nas cidades do sul de Minas Gerais. ....	55
Tabela 6 - Documentos necessários para abertura de empresa. ....	58
Tabela 7 - Equipamentos de medição adquiridos. ....	58
Tabela 8 - Equipamentos administrativos ....	59
Tabela 9 - Custos fixos de produção (OPEX). ....	60
Tabela 10 - Relação de benefícios obrigatórios por salário. ....	61
Tabela 11 - Custos variáveis de produção (OPEX). ....	61
Tabela 12 - Valores dos Serviços Ofertados. ....	62
Tabela 13 - Metas de serviços no período de 1 ano. ....	63
Tabela 14 - Metas de análises de riscos no período de 1 ano. ....	64



## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
dB	Decibéis
EPA	Environmental Protection Agency
EPC	Equipamentos de proteção coletiva
EPI	Equipamentos de proteção individual
EPP	Empresa de Pequeno Porte
EVTE	Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica
F&EI	<i>Fire and Explosion Index</i>
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FISPQ	Ficha de Segurança de Produtos Químicos
FR	Fator de Redução
GHE	Grupos heterogêneos de exposição
h	Jornada de trabalho em horas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
ISBL	<i>Inside battery limits</i>
L.T	Limite de Tolerância
LTCAT	Laudo Técnico de Condições Ambientais de Trabalho
Md	Taxa de metabolismo no local de descanso.
MEC	Ministério da Educação
ME	Microempresa
MEI	Microempreendedor Individual

MIC	Metil-isocianato
Mt	Taxa de metabolismo no local de trabalho.
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NHO	Normas de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
OSBL	<i>Outside battery limits</i>
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
P&ID	<i>Piping and Instrumentation Diagram</i>
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PHA	<i>Preliminary Hazards Analysis</i>
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
RMP	Risk Management Program
SESMT	Serviço Especializado em Saúde e Medicina do Trabalho
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
tbn	Temperatura de bulbo úmido natural
tbs	Temperatura de bulbo seco
Td	Soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.
tg	Temperatura de globo
Tt	Soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1. História da Segurança do Trabalho .....	13
2.1.1. Históricos de acidentes .....	15
2.1.2. Regulamentações pós acidentes .....	16
2.2. Normas de Segurança .....	17
2.2.1. Normas de Higiene Ocupacional .....	17
2.2.2. Normas Regulamentadoras (NRs) .....	18
2.3. Funcionamento de uma empresa de segurança do trabalho .....	20
2.3.1. Profissionais de segurança do trabalho .....	20
2.3.1.1. Técnico de segurança do trabalho .....	21
2.3.1.2. Engenheiro de segurança do trabalho .....	21
2.4. Serviços ofertados pela Segurança do Trabalho .....	22
2.4.1. PGR .....	22
2.4.2. LTCAT .....	23
2.5. Riscos existentes no ambiente de trabalho .....	24
2.5.1. Riscos Físicos .....	24
2.5.1.1. Ruído .....	24
2.5.1.2. Calor .....	25
2.5.1.3. Radiação Ionizante .....	25
2.5.2. Riscos Químicos .....	25
2.5.2.1. Poeira .....	26
2.5.3. Riscos Biológicos .....	26
2.5.4. Riscos Ergonômicos .....	26
2.6. Métodos de avaliação de riscos não regulamentados .....	27
2.6.1. HAZOP .....	27
2.6.2. F&EI .....	28
2.7. Elaboração do projeto .....	29
2.7.1. Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica .....	29
2.7.2. Estimação de custos para o empreendimento .....	29
2.7.2.1. Tipos de custos envolvidos .....	29

<b>3. METODOLOGIA</b> .....	32
3.1. Estudo de Mercado .....	32
3.1.1. Análise de concorrentes .....	32
3.1.2. Estratégias de Marketing.....	33
3.2. Estimativas de custos .....	34
3.2.1. CAPEX.....	34
3.2.1.1. Investimentos fixos.....	35
3.2.1.2. Custos de Engenharia .....	35
3.2.1.3. Capital de Giro.....	36
3.2.2. OPEX .....	36
3.3. Carta de serviços.....	37
3.3.1. PGR.....	37
3.3.2. LTCAT.....	41
3.4. Análise dos riscos .....	42
3.4.1. Ruído .....	42
3.4.2. Calor.....	44
3.4.3. Radiação.....	47
3.4.4. Poeira .....	48
3.5. Análise de viabilidade.....	51
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	52
4.1. Pesquisa de mercado.....	52
4.2. Resultados de CAPEX.....	55
4.2.1 Investimentos Fixos Diretos.....	55
4.3. Resultados de OPEX.....	57
4.3.1. Custos Fixos de Produção .....	57
4.3.3. Estratégias de Marketing.....	60
4.4. Serviços ofertados.....	60
4.5. Estudo de Viabilidade .....	61
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	64
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	66

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história mundial e brasileira, a conexão entre atividades laborais, bem-estar e preservação da saúde tem sido tema central. Desde tempos antigos, a compreensão das dinâmicas entre trabalho, saúde e possíveis impactos adversos tem evoluído, levando à implementação de medidas mais organizadas e à criação de estruturas regulatórias. Leis e instituições específicas surgiram para salvaguardar os direitos fundamentais dos que se dedicam a diversas formas de trabalho, moldando assim o panorama laboral ao longo dos séculos.

No Brasil, a legislação relacionada à segurança do trabalho teve início com o Decreto 1.313 em 1891, que regulamentou o trabalho dos menores empregados nas fábricas da capital federal. Em 1943, a Consolidação da Lei do Trabalho (CLT) foi introduzida, estabelecendo a Inspeção do Trabalho como uma atividade administrativa de âmbito nacional. A CLT também estabeleceu serviços especializados de segurança, higiene e medicina do trabalho nas empresas (JUSBASIL, 2012).

A necessidade da criação de empresas voltadas à segurança do trabalho surge da compreensão de que a segurança e saúde no trabalho são fundamentais para garantir a qualidade de vida dos trabalhadores e a sustentabilidade dos negócios. Além disso, a segurança do trabalho é uma questão social e humana, que deve ser abordada de forma proativa e preventiva. Essas empresas têm como objetivo garantir a eficácia da segurança do trabalho, contribuindo para a criação de um ambiente de trabalho seguro e saudável, e auxiliando na melhoria contínua das condições de trabalho.

O processo de estudo de mercado para a abertura de uma empresa voltada à segurança do trabalho envolve a análise e interpretação das informações disponíveis, assim como dos elementos expressamente deduzidos dos censos, dados de distribuição, investigação sobre o consumo e exame dos resultados contábeis dos comerciantes (WESTFALL, 1964). Essas etapas ajudam a garantir que a empresa esteja bem-posicionada no mercado e que os serviços prestados sejam eficazes e relevantes para os clientes.

Diante desse contexto, esse estudo teve como objetivo elaborar um projeto de implementação de uma empresa prestadora de serviços de segurança do trabalho, especializada em análise de riscos de processos, instalada na região de Lavras, Minas Gerais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. História da Segurança do Trabalho

É amplamente reconhecido que o trabalho tem sido associado a lesões, doenças e até mortes. Durante séculos, são relatadas inúmeras tragédias envolvendo inseguranças laborais, as quais apesar de dolorosas, não existiam informações de medidas públicas a fim de mitigar os perigos enfrentados por esses trabalhadores, uma vez que em sua maioria eram marginalizados da sociedade.

A partir da segunda metade do século XVIII é iniciado o período da Revolução Industrial na Europa e com ela grandes jornadas de trabalho entrelaçado a outros fatores, como grande número de trabalhadores em pequenos espaços, péssimas condições de higiene, intensificação da mecanização e utilização de pessoas não qualificadas para o exercício do trabalho, o que gerou-se aumento notável de doenças ocupacionais, até chegar ao ponto em que o Parlamento Britânico estabeleceu uma comissão de inquérito, a qual resultou na aprovação da Lei de Peel em 1802 (Lei da Saúde e Moral dos Aprendizes), que posteriormente foi seguida por outras nações. A partir disso, diversos movimentos se espalharam pela Europa e por consequência criação de leis de trabalho (ROSEN, 1994, p. 302-315).

No Brasil até 1919, a abordagem predominante no julgamento de casos de acidentes de trabalho era baseada na teoria da culpa, o que mudou com a promulgação do Decreto-lei n.º 3.724 em 15 de janeiro de 1919, o qual passou a ser adotada a teoria do risco profissional, que define esse risco, como aquele que é “inerente a uma atividade profissional e cuja existência independe de qualquer medida de segurança de caráter prevencionista” (SAAD, 1973). Todavia, a evolução brasileira da segurança do trabalho, começa, de fato, em 1919, quando surge a primeira lei acidentária do país: o Decreto Legislativo nº 3.724, que considerava acidente do trabalho “o produzido por uma causa súbita, violenta, externa e involuntária no exercício do trabalho...”, bem como “a moléstia contraída exclusivamente pelo exercício do trabalho” (BRASIL, 2011).

A industrialização brasileira deu início, de forma significativa, no governo de Getúlio Vargas, na década de 30, e com ela também a preocupação eminente com as condições de saúde e segurança do trabalho, as quais foram precursoras da instauração da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) em 1º de maio de 1943, durante o período do Estado Novo, as

quais passaram por diversas modificações. A partir disso surgiram diversos decretos e leis, como exemplificado na linha do tempo representada na Figura 1.

Figura 1: Linha do tempo das leis referentes à segurança do trabalho.



Fonte: Dos Autores (2023).

Em 1988, a “Constituição Cidadã” (Constituição da República Federativa do Brasil de 1988) trouxe o mais importante impulso da evolução jurídica brasileira, e com ela avanços significativos para os direitos dos trabalhadores, como a jornada de 8 horas diárias e 44 horas semanais, o aviso-prévio proporcional, à licença-maternidade de 120 dias, a licença-maternidade e o direito de greve (TST, 2020).

Com o passar do tempo foi notável um aumento na demanda por justiça social, universalização de direitos e redução dos riscos ocupacionais e no contexto da evolução das normas de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), podem ser identificadas algumas tendências globais e nacionais, como: responsabilização do empregador/tomador de serviço pela aplicação das normas de SST; redução da jornada em atividades insalubres; eliminação dos fatores de risco; direito à informação e participação dos trabalhadores de serem comunicados sobre os riscos existentes nos seus ambientes de trabalho e suas medidas de controle disponíveis; consolidação do conceito ampliado de saúde, dentre outros fatores (OLIVEIRA, 1996)

A partir de todos esses progressos, é evidente que se notaria um avanço nas inspeções do trabalho, fato este consolidado em 2002 com o Regulamento da Inspeção do Trabalho, o qual tinha por finalidade “assegurar, em todo o território nacional, a aplicação das disposições legais, incluindo as convenções internacionais ratificadas, os atos e decisões das autoridades competentes e as convenções, acordos e contratos coletivos de trabalho, no que concerne à proteção dos trabalhadores no exercício da atividade laboral”.(CARDOSO,

2002). Nos últimos anos, foram estabelecidos vários instrumentos legais para supervisionar a saúde e a segurança nos locais de trabalho, como por exemplo o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), que funciona como guia das atividades realizadas nas empresas.

Conforme Veyret (2013, p. 70), “os riscos industriais estão associados à produção e ao transporte de materiais perigosos, e ao armazenamento de produtos tóxicos. São classificados em três tipos: explosão - podendo atingir pessoas, solo, flora, fauna e edificações; vazamento - provocando diversas formas de poluição; e incêndio – causando queimaduras e prejuízos. Os riscos são definidos como: “percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele” (VEYRET, 2013, p. 24).

De acordo com Freire e Pelegrini (2000, 4), dois fatores são de extrema importância para a classificação da indústria química como altamente poluidora: o acúmulo de matérias primas e insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por transporte e disposição inadequada; e ineficiência dos processos de conversão, o que necessariamente implica a geração de resíduos. Conforme Demajorovic (2013), o aumento das plantas industriais químicas e a maior capacidade de armazenamento e transporte, potencializam os riscos para a saúde dos trabalhadores e da comunidade e, principalmente, para o meio ambiente.

### **2.1.1. Históricos de acidentes**

O crescimento mundial das operações de produção, armazenamento e transporte de substâncias químicas tem gerado um aumento no número de trabalhadores e comunidades afetadas (UNEP, 1992). Ao mesmo tempo, há uma tendência de aumento na frequência e na gravidade de incidentes relacionados a produtos químicos nessas atividades. Conforme indicado por Glickman, Golding & Silverman (1992), os incidentes envolvendo cinco ou mais fatalidades - considerados como extremamente graves pela Diretiva de Seveso - passaram de 20 (com uma média de 70 mortes por incidente) entre 1945 e 1951 para 66 (com uma média de 142 mortes por incidente) entre 1980 e 1986 (FREITAS, 2000).

Em 1921, uma explosão catastrófica abalou a sede da Basf em Oppau, Alemanha, resultando em uma cratera. Causada por experimentos para evitar a solidificação de uma mistura no depósito de adubo, a explosão matou 561 pessoas e feriu 1.952. Apesar de 20 mil explosões de rotina, a prática era vista como segura pela falta de compreensão dos riscos. Os



estragos se estenderam por 25 km, atingindo a fábrica Basf, Oppau e cidades vizinhas. O incidente impulsionou medidas de segurança industrial na Alemanha, e a reconstrução levou três anos, com a construção de 457 casas e a assistência a 7.500 desabrigados (PHILIPP, 2016).

O maior acidente envolvendo produto químico ocorreu em dezembro de 1984, na cidade de Bhopal, Índia, o qual durante a madrugada, aproximadamente 40 toneladas de um gás conhecido como metil-isocianato (MIC), que é utilizado na fabricação de diversos produtos, como espuma de poliuretano, plásticos e pesticida, escaparam de um reservatório na fábrica da Union Carbide, dispersando-se na atmosfera. Apesar da detecção do vazamento, a decisão da empresa foi não alertar a população e omitir o acionamento das sirenes. Os habitantes despertaram durante a noite apresentando sintomas como tosse e irritação nos olhos. A defesa civil, posteriormente, instruiu a evacuação, mas muitos acabaram inalando o gás. No dia seguinte, 2.000 pessoas perderam a vida, e mais de 300.000 ficaram intoxicadas, sendo que 8.000 morreram nas primeiras cinco semanas. Mesmo após três décadas, os impactos à saúde persistem na cidade, na qual até hoje, mais de 100.000 pessoas sofrem consequências do acidente, e várias ações judiciais contra a empresa permanecem pendentes de julgamento. (VARMA, 2014).

Em contexto nacional, na madrugada de 15 de março de 2001, a plataforma P-36, situada no campo de Roncador, Bacia de Campos (RJ), enfrentou duas explosões em uma de suas colunas em um intervalo de 20 minutos. A segunda explosão resultou na trágica morte dos 11 membros da brigada de incêndio, a qual em uma análise, a agência reguladora revelou deficiências graves, incluindo comunicação e coordenação inadequadas na resposta a emergências, treinamento deficiente e gestão operacional falha por parte da Petrobras. O relatório indicou o descaso da empresa em relação aos trabalhadores, que já a acusavam de sobrecarga e excesso de terceirizados na plataforma. As recomendações incluíam aprimorar o sistema de gestão operacional, revisar critérios de projeto e capacitar adequadamente o pessoal para responder a emergências (WEIMANN, 2021).

### **2.1.2. Regulamentações pós acidentes**

Os acidentes ligados a processos industriais na Europa e nos Estados Unidos motivaram as autoridades a instituir regulamentações para supervisionar atividades envolvendo substâncias químicas perigosas. Em destaque, acidentes em locais como

Flixborough, na Inglaterra, e Seveso, na Itália, foram catalisadores para a formação do Comitê Consultor para Riscos Maiores no Reino Unido (KING, 1990).

Nos Estados Unidos, a gestão da Segurança de Processos para substâncias químicas altamente perigosas foi subdividida em duas esferas. No âmbito da segurança ocupacional, o Occupational Safety and Health Administration (OSHA) estabeleceu o Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo, visando prevenir ou minimizar consequências catastróficas decorrentes de vazamentos de produtos tóxicos perigosos, abrangendo informações de segurança de processo, análise de riscos, procedimentos operacionais, treinamento e capacitação, entre outros (MORAN, 1990). Por outro lado, a abordagem regulatória pela Environmental Protection Agency (EPA) nos Estados Unidos concentra-se no Risk Management Program (RMP), destinado a gerenciar riscos que impactam principalmente comunidades e o ambiente nas proximidades das instalações (AICHE, 2011).

Agora, em contexto nacional, destaca-se o Programa Atuação Responsável, uma iniciativa voluntária adotada por empresas químicas globais para avaliar e controlar os riscos em seus processos. No Brasil, a disseminação desse programa é coordenada pela ABIQUIM, abrangendo áreas como Segurança de Processos, Transporte e Distribuição, Proteção Ambiental e Gerenciamento de Produtos (AICHE, 2011).

No que diz respeito à segurança e saúde do trabalhador, a legislação brasileira se baseia na Lei nº 6.514 de 1977 e nas Normas Regulamentadoras (NR), que tratam de diversos aspectos da segurança em instalações industriais. No Estado de São Paulo, a CETESB já exige análises críticas de riscos como parte do processo de licenciamento ambiental, em consonância com o programa norte-americano RMP (AICHe, 2011).

## **2.2. Normas de Segurança**

### **2.2.1. Normas de Higiene Ocupacional**

As Normas de Higiene Ocupacional (NHOs) desempenham um papel crucial na Segurança do Trabalho, sendo essenciais para a elaboração de programas obrigatórios como o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e o Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT). Além de sua importância documental, funcionam como ferramentas de conscientização para prevenir doenças e acidentes ocupacionais. Desenvolvidas pela Fundacentro (instituição voltada para estudo e pesquisa das condições dos ambientes de trabalho), essas normas estabelecem metodologias oficiais para

identificação, avaliação e controle de riscos, as quais têm como objetivo principal de fomentar a prevenção e controle de fatores prejudiciais à saúde dos trabalhadores. A seguir, na Tabela 1 tem-se o exemplo de cinco NHOs muito utilizadas nos espaços laborais (FUNDACENTRO, 2021).

Tabela 1- NHOs e seus objetivos segundo a FUNDACENTRO.

<b>NHO</b>	<b>Norma de higiene ocupacional</b>	<b>Objetivo</b>
1	Procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao ruído	Estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique risco potencial de surdez ocupacional
3	Método de ensaio: análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana	Determinar a massa de poeira coletada do ar de um ambiente de trabalho
6	Procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao calor	Estabelecer critérios e procedimentos para avaliação da exposição ocupacional ao calor que implique sobrecarga térmica
8	Procedimento técnico: coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho	Obter amostras representativas das partículas suspensas no ar dos ambientes de trabalho
11	Procedimento técnico: avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho	Estabelecer critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos

Fonte: Dos Autores (2023).

### 2.2.2. Normas Regulamentadoras (NRs)

As Normas Regulamentadoras (NRs) são ferramentas fundamentais para garantir a segurança e saúde dos colaboradores no ambiente de trabalho. Como elas atuam para apoiar o cumprimento da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), é preciso que as empresas coloquem em prática essas normas. Já os colaboradores que trabalham registrados, estão amparados pelas portarias que as regem.

As NRs foram criadas a partir da lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, que estabeleceu a redação dos artigos 154 a 201 da CLT, relativas à segurança e medicina do

trabalho. O artigo 200 da CLT estabelece ao Ministério do Trabalho a função de criar as disposições complementares às normas relativas à saúde e segurança do trabalho (SST). Em 1978, o Ministério do Trabalho aprovou a Portaria nº 3.214, que regulamentou as NRs pertinentes a esta área. No início, 28 NRs foram aprovadas, segundo a Portaria nº 3.214. Hoje, já são 37 NRs, sendo duas delas revogadas (NR-2 e NR-27) e 35 em vigência, todas de observância fundamental para quem tem empregados regidos pela CLT, mas, mais do que isso, para quem se importa com a saúde e a segurança no ambiente de trabalho (BRASIL, 2023). Na Tabela 2 destacam-se as principais normas aplicadas nessa indústria química.

Tabela 2 - Principais NRs para a indústria química.

NR	Norma Regulamentadora	Objetivo
1	Disposições gerais e gerenciamentos de riscos ocupacionais	Implementação do Programa de Gerenciamento de Risco (PGR)
4	Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho	Contratação de profissionais da área de segurança e saúde do trabalho de acordo com o número de empregados e a natureza do risco.
9	Avaliação e Controle das exposições ocupacionais a agentes químicos, físicos e biológicos	Identificar e avaliar as exposições ocupacionais dos trabalhadores, além de controlar cada um dos riscos.
13	Caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento	Define os requisitos mínimos para a utilização e manutenção desses equipamentos.
15	Atividades e operações insalubres	Define as atividades que devem ser consideradas insalubres, gerando direito ao adicional de insalubridade aos trabalhadores.
19	Explosivos	Medidas de proteção para o processo de fabricação, armazenamento e transporte de explosivos em geral.
37	Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo	Estabelece os requisitos mínimos de segurança, saúde, e condições de vivência no trabalho a bordo de plataformas de petróleo.

Fonte: Dos Autores (2023).

### **2.3. Funcionamento de uma empresa de segurança do trabalho**

As empresas de segurança do trabalho operam de várias maneiras, envolvendo profissionais qualificados como, engenheiros de segurança, médicos do trabalho, enfermeiros do trabalho e técnicos de segurança. Com a saúde e segurança do trabalho recebendo cada vez mais atenção do governo, aumentam-se as regras e obrigações para as empresas, aumentando a necessidade da contratação de serviços terceirizados de segurança do trabalho.

As empresas prestadoras desse tipo de serviço atuam principalmente através de vistorias e inspeções dentro do ambiente de trabalho, mas também na elaboração e aplicação de treinamentos direcionados aos funcionários para aprimorar os conhecimentos sobre os riscos e assim serem capazes de evitá-los.

Sendo assim, uma empresa de segurança do trabalho age na avaliando e identificando riscos ocupacionais e ambientais presentes na empresa e assim, elaborando planos de prevenção, estratégias destinadas a reduzir e se possível eliminar esses riscos, bem como documentos oficiais, como o PGR e o LTCAT, previstos na legislação. Além disso, fornece treinamentos aos funcionários sobre segurança, primeiros socorros e uso adequado de equipamentos de proteção (OLIVEIRA, 2021).

#### **2.3.1. Profissionais de segurança do trabalho**

Diante do extenso histórico de acidentes de trabalho que remonta aos primórdios da civilização, surgiu a necessidade de estabelecer uma área profissional especializada na avaliação, controle e prevenção desses incidentes no ambiente laboral. No Brasil, apesar da criação das primeiras leis em favor dos trabalhadores em 1981, a eficácia da fiscalização era limitada devido à industrialização incipiente na época (SILVA, 2019).

Ao longo dos anos, a CLT ganhou relevância no Brasil, sendo constantemente aprimorada com novas regulamentações, a qual em 1967 passou a exigir que as empresas estabelecessem um Serviço Especializado em Saúde e Medicina do Trabalho (SESMT). Em 1972 surgiu o cargo de "Supervisor de Segurança do Trabalho". Em 1976, a designação do cargo mudou para "Inspetor de Segurança do Trabalho", e somente em 1985 a profissão de Técnico de Segurança do Trabalho foi oficialmente estabelecida. No entanto, foi apenas em

1988 que o primeiro curso de Técnico de Segurança do Trabalho foi implantado no Brasil (SILVA, 2019).

### **2.3.1.1. Técnico de segurança do trabalho**

A formação do técnico de segurança, como sugere o próprio nome, abrange profissionais com curso técnico em segurança do trabalho, devidamente aprovado pelo Ministério da Educação (MEC) para ser oferecido em diversas instituições educacionais. O papel do Técnico em Segurança do Trabalho é crucial, pois não apenas promove a segurança e a saúde, mas também zela pelo bem-estar dos funcionários em diversos setores. Essa responsabilidade desempenha um papel significativo no aumento da produtividade das equipes, uma vez que a qualidade de vida no ambiente de trabalho é um motivador substancial. Além disso, contribui para manter a empresa em conformidade com a legislação, prevenindo multas e litígios judiciais que poderiam impactar financeiramente qualquer empreendedor (UFES, 2013).

Em termos legais, a atuação do técnico de segurança do trabalho está regulamentada pela Portaria nº 3.275 de 21 de setembro de 1989, que foi desenvolvida pela Ministra de Estado do Trabalho, a qual é a responsável por estabelecer as principais atribuições deste profissional, que vão desde analisar os métodos do trabalho e identificar os riscos de doenças ocupacionais, até a execução de procedimentos de segurança e acompanhamento de resultados (PROMETAL, 2019).

### **2.3.1.2. Engenheiro de segurança do trabalho**

O surgimento de novas indústrias e novos ambientes de trabalho desencadeou diferentes tipos de acidentes laborais, que ultrapassam a capacidade profissional do técnico de segurança do trabalho, e por essa razão foi necessária a qualificação de profissionais que pudessem suprir tais aspectos. Assim, foi criado no Brasil, o curso de pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho.

A especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho é um curso de pós-graduação destinado exclusivamente a profissionais graduados em Engenharia e Arquitetura e regulamentada por lei (Lei nº 7.410, de 27 de novembro de 1985), conferindo atribuições específicas sem interferir nas responsabilidades adquiridas pelo profissional durante sua graduação. Isso permite, ao engenheiro de segurança do trabalho, agir em diversos

ambientes, como fábricas, obras, laboratórios e plataformas de exploração. Sua atuação como gestor de segurança abrange áreas como análise de riscos, controle de equipamentos de proteção, higiene ocupacional, segurança contra agentes químicos e proteção de máquinas industriais (INTESP, 2018).

Dentre as diversas atuações desse profissional está o controle de perdas potenciais e reais de processos, supervisão de sistemas industriais e emissão de documentação técnica, como é o caso do Laudo Técnico de Condições do Ambiente de Trabalho (LTCAT), documento de responsabilidade exclusiva do engenheiro de segurança do trabalho (CREA, 2019).

## **2.4. Serviços ofertados pela Segurança do Trabalho**

Os serviços ofertados pelo setor de segurança do trabalho em uma organização são diversos, dentre este pode-se destacar o PGR e o LTCAT.

### **2.4.1. PGR**

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) é um documento pertencente ao GRO (Gerenciamento de Riscos Ocupacionais), conjunto de medidas responsáveis pela gestão de riscos à saúde e segurança do trabalho, determinado pela NR-1 (BRASIL, 2022).

O PGR é responsável pela prevenção de acidentes e doenças ocupacionais em indústrias. É um conjunto de ações de planejamento, execução e controle dentro da indústria. Seu objetivo final é prever os riscos que estarão presentes, identificar possíveis danos e prejuízos organizacionais e avaliar os riscos no ambiente de trabalho, estabelecendo um conjunto de ações efetivas para controle deles, evitando assim, que acidentes ocorram. É importante que seja um documento atualizado e que esteja sempre à disposição dos trabalhadores ou da fiscalização no local de trabalho.

A nova redação da NR 09 (BRASIL, 2020), vigente desde 3 de janeiro de 2022, estabelece requisitos para avaliação dos riscos físicos, químicos e biológicos, nos termos do item 9.1.1. O inventário que cuida da higiene, além de outros, é consolidado no PGR, que também contém medidas de prevenção. Essa norma regulamentadora (NR-09) impõe a obrigatoriedade de realização de análise preliminar das atividades de trabalho e dos dados já disponíveis a fim de determinar a necessidade de adoção direta de medidas de prevenção ou de realização de avaliações qualitativas ou, quando aplicáveis, de avaliações quantitativas,

incorporando-se os resultados das avaliações das exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos ao inventário de riscos do PGR.

Sendo assim, sua elaboração é obrigatória para todas as empresas com CNPJ registrado em território nacional, com exceção de instituições públicas com servidores estatutários, conforme redação do item 1.2.1.1 da NR 01, além de microempreendedores individuais (MEI), de acordo com a redação 1.8.1 da NR 01, microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP) com graus de risco 1 e 2, que no levantamento preliminar de perigos não identificarem exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos, conforme redação 1.8.4 da NR 01, que também estão dispensados da obrigatoriedade do PGR (BRASIL, 2022).

A elaboração do PGR, de acordo com o ministério do trabalho e emprego, deve ser realizada e assinada por responsabilidade da organização, respeitado o disposto nas demais normas regulamentadoras, datados e assinados. A organização pode designar e atribuir funções e responsabilidades específicas para uma pessoa ou equipe de trabalho, mas, quando se tratar de uma documentação relativa a um requisito legal, deve ser respeitado o disposto nas demais normas regulamentadoras, que determinam especificamente a responsabilidade pela elaboração de documentos (BRASIL, 2022).

#### **2.4.2. LTCAT**

O LTCAT, Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho, é um documento que avalia a situação no ambiente laboral, identificando a presença de agentes nocivos e prejudiciais. O objetivo do LTCAT é subsidiar o INSS na concessão da aposentadoria especial, que é um benefício previdenciário concedido aos trabalhadores que exerceram atividades em condições especiais que prejudicam a saúde ou a integridade física. Para isso, o documento identifica os agentes insalubres e perigosos presentes no ambiente, avalia a intensidade e a frequência da exposição do trabalhador e classifica a atividade como especial ou não. Os principais riscos avaliados estão relacionados à ruídos, vibrações, calor, umidade, radiações ionizantes e substâncias químicas (BRASIL, 2022).

O LTCAT é regido pelas Normas Regulamentadoras nº 9, 15 e 16, do Ministério do Trabalho e Previdência Social. A NR-15 estabelece os agentes insalubres que podem ser encontrados no ambiente de trabalho, bem como os limites de tolerância para a exposição a esses agentes, enquanto a NR-16 relaciona os agentes perigosos, bem como o grau de periculosidade ao qual estão expostos. Este documento deve ser elaborado por um



engenheiro de segurança do trabalho ou médico do trabalho e deve estar sempre disponível para consulta dos trabalhadores (BRASIL, 2022).

A obrigatoriedade do laudo é regida pela Lei nº 8.213/1991, que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social. Além disso, a Norma Regulamentadora nº 09 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) também estabelece a obrigatoriedade do LTCAT em empresas que possuem funcionários expostos a agentes físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2020).

## **2.5. Riscos existentes no ambiente de trabalho**

Os riscos existentes no ambiente de trabalho podem ser classificados em diversas categorias, cada uma representando uma ameaça específica à saúde e segurança dos trabalhadores. Segundo a NR 01 (BRASIL, 2022) os riscos presentes no ambiente laboral podem ser classificados em Físicos, Químicos, Biológicos, Ergonômicos e de Acidentes.

### **2.5.1. Riscos Físicos**

São representados por diversas formas de energia a que os trabalhadores podem estar expostos, como ruído, calor, frio, pressão, umidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibração, entre outros.

#### **2.5.1.1. Ruído**

Os ruídos são um dos principais elementos nos ambientes de trabalho, afetando a saúde dos profissionais. Diversos fatores, como a suscetibilidade individual, o tempo de exposição e a intensidade sonora influenciam seus efeitos no organismo humano. Manter os ruídos abaixo do limite de tolerância é crucial para minimizar impactos negativos. (CAMISASSA, 2015).

Barsano e Barbosa (2018) destacam que trabalhar em ambientes ruidosos por longos períodos pode levar ao desenvolvimento da Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR). Mesmo após deixar o local, a perda auditiva pode persistir. Considerar a exposição a diferentes níveis de ruído ao longo do dia é essencial, sendo necessário avaliar os impactos combinados.

A Fundacentro (2001) destaca a NHO 01 como um instrumento para avaliar o ruído no ambiente de trabalho, visando prevenir a surdez ocupacional. Os critérios de referência baseiam-se em limites diários de exposição. No Brasil, ainda existe a NR 15, que aborda a questão do ruído nos ambientes de trabalho. Conforme especificado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014), a NR 15 define como ruído intermitente ou contínuo aquele que não é de impacto, exigindo a medição dos níveis de ruído em decibéis (dB) próximo ao ouvido do trabalhador. No primeiro anexo, essa norma estabelece os limites de ruído permitidos de acordo com o tempo máximo de exposição.

### **2.5.1.2. Calor**

O risco físico referente ao calor é um dos principais fatores de risco para a saúde dos trabalhadores expostos a ambientes de trabalho com altas temperaturas, como em siderúrgicas, fundições e indústrias têxteis. A exposição ao calor pode levar o trabalhador a problemas de saúde leves ou graves, que vão desde a desidratação até queimaduras, câncer de pele e problemas de visão. As medidas de prevenção e controle do risco estão dispostas no anexo 3 da NR-15. Para que as medidas de proteção e controle sejam tomadas, é preciso identificar os níveis de calor no ambiente primeiro (LOUZA, 2019).

### **2.5.1.3. Radiação Ionizante**

Como descrito pelo anexo 5 da norma regulamentadora 15 (Atividades e Operações Insalubres), nas atividades ou operações onde trabalhadores possam ser expostos a radiações ionizantes, os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e controles básicos para a proteção do homem e do seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, são os constantes da Norma CNEN-NN-3.01: "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica", de março de 2014, aprovada pela Resolução CNEN n.º 164/2014 (BRASIL, 2020).

### **2.5.2. Riscos Químicos**

Referem-se a substâncias, compostos ou produtos que podem penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, tais como poeiras, fumos, gases, neblinas ou vapores,

podendo causar danos à saúde em função de sua natureza, concentração, intensidade ou tempo de exposição (DRUMOND, 2022)

#### **2.5.2.1. Poeira**

Segundo as normas de higiene ocupacional, dentre os agentes químicos presentes no ambiente de trabalho, destacam-se os aerodispersóides, que se mantêm em suspensão no ar, com partículas que variam na faixa de 0,001 a 100  $\mu\text{m}$  (SESI, 2007), contaminando os ambientes de trabalho e provocando desconforto, diminuindo a eficiência e a produtividade e podendo chegar até doenças com incapacitação e morte (BREVIGLIERO et al., 2010). Eles são classificados como poeiras, fumos, névoas, neblinas e fibras.

A poeira é composta por partículas sólidas produzidas pela ruptura mecânica de um sólido (SALIBA, 2016). Geralmente, são maiores que 0,5 micrômetros, sendo que o sistema respiratório possui proteção contra as poeiras naturais, maiores que 10 micrômetros. Existe então, uma faixa de poeiras respiráveis, que vai de 0,5 a 10 micrômetros, e que são geradas nos processos industriais (BREVIGLIERO et al., 2010).

#### **2.5.3. Riscos Biológicos**

Relacionam-se a agentes biológicos os diversos microrganismos, como vírus, bactérias, fungos, parasitas, entre outros, que podem estar presentes nos ambientes de trabalho e representar riscos à saúde dos trabalhadores (DRUMOND, 2022).

#### **2.5.4. Riscos Ergonômicos**

Os riscos ergonômicos correspondem a fatores que podem interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde, como levantamento de peso, ritmo excessivo de trabalho, monotonia, repetitividade, postura inadequada, entre outros (DRUMOND, 2022).

## 2.6. Métodos de avaliação de riscos não regulamentados

Nos últimos anos, diversos métodos para investigação de acidentes têm sido desenvolvidos, cada um com diferentes áreas de aplicação, qualidades e deficiências. A complexidade dos sistemas industriais modernos tem levado ao desenvolvimento de técnicas de análise de risco que se concentram em aspectos específicos do sistema. No entanto, é difícil encontrar uma técnica única que integre os diferentes tipos de análise, como análise de eventos, análise de erros humanos e análise de fatores causais. (Ruppenthal, 2013).

A avaliação de risco envolve o passo mais importante para a elaboração de documentos de segurança, uma vez que envolve a análise de perigos, probabilidade, consequências e riscos, podendo ser quantitativa ou qualitativa, dependendo do grau de risco e viabilidade (Custo x Valor agregado) da empresa. Existem diversas abordagens disponíveis para a identificação de riscos, tais como What-If, Check List, What-If/Check List, FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), PHA (Preliminary Hazards Analysis), F&EI (Fire and Explosion Index) e HAZOP. A seleção da metodologia apropriada depende do propósito do estudo, dos resultados desejados, da disponibilidade de informações, da complexidade da instalação, do estágio do projeto e de outros fatores relevantes. (CARTER; HIRST; MADDISON; PORTER, 2003), (ARUNRAJ;MAITI, 2007).

### 2.6.1. HAZOP

O método HAZOP, desenvolvido no Reino Unido na década de 60 pela Imperial Chemical Industries, é uma abordagem qualitativa fundamental na análise de riscos em processos industriais, baseando-se na identificação de quatro elementos essenciais: a fonte ou causa do risco, as consequências ou impactos decorrentes da exposição a esse risco, as salvaguardas existentes ou controles para prevenir a ocorrência ou mitigar as consequências, e as recomendações ou ações a serem tomadas se as salvaguardas forem consideradas inadequadas ou inexistentes (CROWL, 2015).

O principal objetivo do HAZOP é identificar potenciais riscos nas instalações e avaliar os desafios relacionados à operacionalidade. Conduzido por uma equipe multidisciplinar em um ambiente de brainstorming, coordenado por um especialista em HAZOP. O estudo avalia a probabilidade e a severidade de cada risco identificado, formulando recomendações para mitigar ou eliminar situações de risco. Este método é aplicável tanto em novas instalações quanto em unidades já existentes, sendo recomendável

realizar o HAZOP periodicamente ao longo da vida útil da instalação, especialmente antes de qualquer modificação no processo. A documentação completa, incluindo diagramas de processos, diagramas P&ID, *plot plans*, descrições do processo, balanços de massa e energia, e outros detalhes, é essencial para o sucesso do estudo. Ao final, um relatório é preparado, destacando as recomendações com prioridades atribuídas com base no ranking de riscos associado à probabilidade e severidade de cada consequência (FREDMAN, 2003).

### 2.6.2. F&EI

A ameaça iminente de incêndios e explosões em instalações de grande porte, especialmente aquelas envolvidas no processamento e armazenamento de hidrocarbonetos, é de magnitude significativa. Os resultados de tais incidentes são devastadores, incluindo perda de vidas, ferimentos graves, prejuízos financeiros substanciais, decorrentes de danos a equipamentos, e paralisação da produção, resultando em desemprego para os trabalhadores e impactos ambientais duradouros (COCO, 1998).

Para mitigar os impactos potenciais desses eventos, muitas instalações de processamento utilizam ferramentas como o Guia Dow para Classificação de Perigos do Índice de Incêndio e Explosão (doravante referido como "Guia Dow") (DOW, 1994) ou o Índice de Incêndio, Explosão e Toxicidade Mond (doravante referido como "Guia Mond") (MOND, 1993) para calcular um Índice de Incêndio e Explosão (F&EI). Embora o Guia Mond ofereça funcionalidades mais abrangentes, incluindo a estimativa de efeitos de medidas de controle de perdas, seu uso é menos difundido, devido à complexidade de suas planilhas e à falta de familiaridade dos profissionais com suas características específicas. Em contraste, o Guia Dow goza de uma ampla adoção global.

O Índice de Fogo e Explosão (F&EI) da *Dow Chemical Company* destaca-se como um método simplificado para avaliação de cenários potenciais de fogo e explosão. Desenvolvido em resposta a perdas significativas causadas por acidentes envolvendo explosões e combustões descontroladas em reações químicas, o F&EI é uma ferramenta crucial para avaliação realista de riscos de fogo, explosões e problemas potenciais de reatividade em equipamentos de processo. Considerado um método semiquantitativo, uma vez que combina dados quantitativos e qualitativos, dependendo de julgamento humano e estimativas em certos estágios, apresenta propostas de aprimoramento que visam considerar os efeitos positivos das medidas de segurança, indo além da mera redução do dano máximo

provável à propriedade, incorporando uma abordagem que reflita o perigo inerente da unidade (WANG, 2013).

## **2.7. Elaboração do projeto**

### **2.7.1 Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica**

O Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica (EVTE) é uma análise detalhada que visa determinar se um projeto, investimento ou empreendimento é viável tanto do ponto de vista técnico quanto financeira. Ele é uma ferramenta crucial para ajudar as empresas e investidores a tomar decisões informadas antes de iniciar um projeto ou investimento significativo (BOREL, 2023).

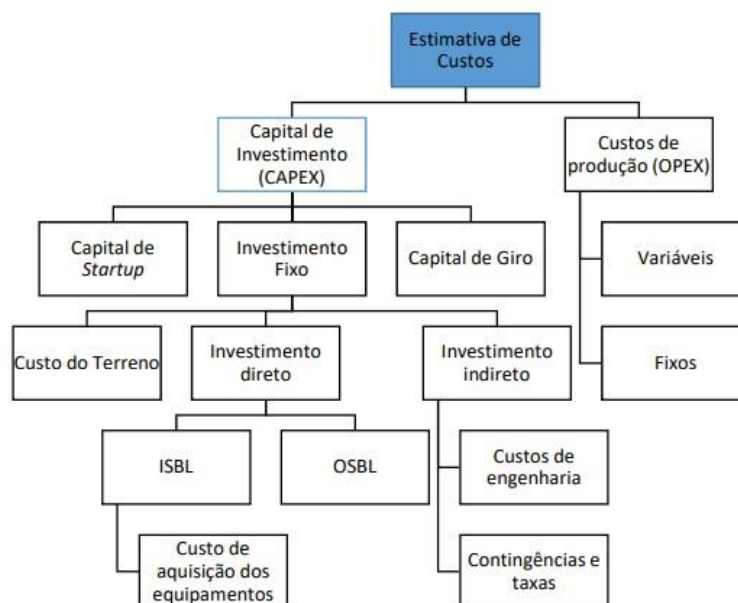
O EVTE exerce um importante papel na análise de mercado, fornecendo informações fundamentais para averiguar se um projeto é viável ou não, antes de ser iniciado. Além disso, o EVTE auxilia na alocação eficiente de recursos, garantindo que os investimentos sejam direcionados para projetos com maiores probabilidades de sucesso. Assim, o estudo se torna capaz de minimizar os possíveis riscos, intensificando-os e desenvolvendo estratégias para minimizá-los (BOREL, 2023).

### **2.7.2. Estimativa de custos para o empreendimento**

#### **2.7.2.1. Tipos de custos envolvidos**

A elaboração de um empreendimento, independentemente da sua função, envolve uma série de custos diretos e indiretos, que se iniciam desde o pré-projeto. A Figura 2 apresenta um fluxograma com os principais custos envolvidos.

Figura 2 - Fluxograma de custos para elaboração de um empreendimento.



Fonte: Borel (2023).

O Custo de Capital de Investimento, também conhecido como CAPEX (Capital Expenditure), é descrito como o gasto total envolvido no projeto, construção, despesas com terreno e instalação, incluindo as modificações necessárias para a sua conclusão satisfatória (BRENNAN, 2020). O investimento de capital desempenha um papel crucial na implementação de novas tecnologias, ajustes em matérias-primas ou para atender às especificações de qualidade do produto.

O termo CAPEX engloba os investimentos iniciais essenciais para estabelecer a infraestrutura do processo industrial. Isso inclui os custos de aquisição de terrenos, construção de instalações, aquisição de equipamentos, desenvolvimento de sistemas e tecnologias, entre outros elementos. Normalmente, o CAPEX representa uma despesa substancial realizada no início do projeto, com o propósito de criar as bases físicas e tecnológicas necessárias para a operação, conforme destacado por Ross et al. (2018).

Sua função é permitir que o empreendedor avalie os investimentos da empresa para o seu funcionamento, sendo subdividido em Capital de Startup, Investimentos fixos e Capital de giro. Os custos de startup relacionados ao CAPEX são aqueles que envolvem a aquisição de bens de capital necessários para o início das operações de uma empresa, como a compra de equipamentos, maquinários e instalações. O capital de giro, por sua vez, é o valor necessário para financiar as operações de uma empresa até que as receitas suportem as despesas e durante as interrupções ocasionais da produção e é um importante indicador estratégico, pois representa a saúde financeira de um negócio, além de balizar decisões. Ele

é composto pelos recursos disponíveis em caixa e a soma das despesas e contas a pagar, sendo um dinheiro fundamental para a sobrevivência de uma empresa no mercado, pois garante a manutenção e a saúde financeira de um negócio.

O investimento de capital fixo é o custo total de investimentos em bens de capital necessários para a preparação do local da planta e sua infraestrutura, incluindo equipamentos, modificações e melhorias, e os custos de engenharia e construção, sendo ele direto e indireto.

O investimento fixo direto é constituído do investimento nos limites internos da bateria, inside battery limits (ISBL), com aquisição, transporte e instalação dos equipamentos diretamente relacionados ao processamento e das modificações e melhorias que devem ser feitas na infraestrutura do local, conhecidas como investimento externo ou OSBL, outside battery limits. Já o investimento fixo indireto corresponde aos Custos de engenharia e construção, ou seja, o que é gasto com o projeto, equipe de engenharia, licenciamentos, royalties, encargos de contingência entre outros. Esses encargos são custos extras adicionados ao orçamento do projeto para cobrir possíveis erros da estimativa de custo e permitir a variação das condições como pequenas mudanças no escopo do projeto, alterações nos preços, flutuações da moeda, disputas trabalhistas entre outros problemas inesperados.

O Custo Operacional, conhecido como OPEX (Operational Expenditure), é conceituado por Kieschnick e Roberson (2019), como a inclusão dos custos operacionais contínuos ligados à produção e manutenção do processo industrial, incorporando despesas como matéria-prima, mão de obra, energia, manutenção, logística, seguros e outros gastos recorrentes. Este tipo de custo persiste ao longo da vida útil do processo, estando diretamente vinculado à operação diária e à produção do empreendimento.

O OPEX emerge como um indicador financeiro crucial na concepção de empreendimentos, pois avalia os gastos cotidianos da empresa, os quais incluem despesas com funcionários, manutenção de equipamentos e mão de obra. Em termos mais simples, o OPEX representa as despesas operacionais necessárias para manter as operações da empresa em andamento, sendo classificado em custos fixos e variáveis. Os custos fixos do OPEX são estáveis não variando de acordo com a produção ou vendas, incluindo itens como aluguel, salários e seguros. Por outro lado, os custos variáveis do OPEX são influenciados pela produção ou vendas, compreendendo elementos como matéria-prima, energia elétrica e água.



### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Estudo de Mercado**

A criação da empresa prestadora de serviços em segurança do trabalho envolveu diversos aspectos, como a identificação do mercado-alvo, a coleta de dados, a análise da concorrência, a avaliação da viabilidade e a definição de estratégias de marketing. A metodologia de estudo foi fundamental para compreender o ambiente competitivo e identificar oportunidades e ameaças, garantindo a eficácia da empresa no mercado.

O primeiro passo foi identificar o mercado-alvo, ou seja, as necessidades e preferências dos clientes e os segmentos de mercado específicos a serem atendidos. Para isso, foram realizadas pesquisas de mercado e análise de dados secundários. Como resultado, foram coletados dados de mercado, como informações sobre o comportamento dos consumidores, as práticas da concorrência e as tendências do setor.

A análise da concorrência foi fundamental para compreender o posicionamento das empresas concorrentes, suas estratégias, pontos fortes e fracos, e identificar oportunidades para diferenciar os serviços a serem oferecidos.

A avaliação da viabilidade foi baseada nos dados coletados, permitindo identificar oportunidades de mercado, possíveis ameaças e estimar a demanda por serviços. A fim de atingir o objetivo de garantir a sustentabilidade econômica da empresa ao longo de um ano, foram estabelecidas metas específicas, delineando o lucro gerado através das análises e documentações realizadas.

Com base na análise de mercado, foi possível definir estratégias de marketing, precificação, comunicação e outras ações para posicionar a empresa de forma competitiva e atender às necessidades do mercado.

A metodologia de estudo de mercado culminou na elaboração de um plano de negócios, que englobou a definição de objetivos, estratégias, metas, projeções financeiras e demais aspectos relevantes para o lançamento e operação da empresa.

##### **3.1.1. Análise de concorrentes**

A análise de concorrentes para uma empresa prestadora de serviços é um processo fundamental para compreender o mercado, identificar oportunidades e ameaças, e aprimorar a estratégia de negócios. Seu procedimento foi realizado através de algumas etapas.

Primeiramente, foram identificados os concorrentes diretos e indiretos da empresa. Isso envolveu a coleta de dados sobre as empresas que oferecem serviços semelhantes ou substitutos, bem como aquelas que atuam em regiões geográficas próximas. Em seguida, foi feita a coleta de dados sobre os concorrentes, o que incluiu informações sobre a qualidade dos serviços prestados, preços praticados, estratégias de marketing e participação de mercado. Na terceira etapa, foi realizada uma análise comparativa para identificar as vantagens competitivas e as deficiências da empresa em relação aos concorrentes. Isso pode ajudar a identificar oportunidades de melhoria e aprimoramento dos serviços prestados. Ademais, foi estudada a avaliação de preços praticados e serviços ofertados pelos concorrentes, fundamental para insights valiosos na definição de estratégias de precificação e aprimoramento dos serviços.

### **3.1.2. Estratégias de Marketing**

As estratégias de marketing foram delineadas com o objetivo de estruturar adequadamente a carteira de clientes da empresa ao longo de um período de um ano, uma vez que clientes satisfeitos não apenas contribuem para a fidelização, mas também tendem a recomendar a empresa a outras pessoas, destacando a importância de uma gestão eficiente da carteira. Para assegurar o sucesso dessas estratégias, foi elaborado um planejamento estratégico abrangente, direcionando as ações, os canais de comunicação e os conteúdos específicos para a divulgação.

O ponto de partida foi uma análise aprofundada dos pontos fortes da empresa, identificação dos diferenciais competitivos em relação à concorrência e compreensão dos desafios enfrentados pelo público-alvo, bem como a formulação de soluções por parte da empresa. Posteriormente, foi desenvolvido um site que servirá como portfólio e ponto de contato central para a empresa. Na sequência, foram definidas estratégias de conteúdo, as quais serão escolhidas com base nos insights obtidos nos passos iniciais. Uma análise cuidadosa também foi realizada para determinar os meios de comunicação mais eficazes. Como etapa final, foram estabelecidos os investimentos em publicidade paga.

Além disso, os líderes da empresa se envolveram em atividades de networking, conectando-se com outros empreendedores para explorar novas oportunidades de negócio. Esse esforço é particularmente valioso no setor de Engenharia, onde as recomendações e parcerias desempenham um papel significativo.

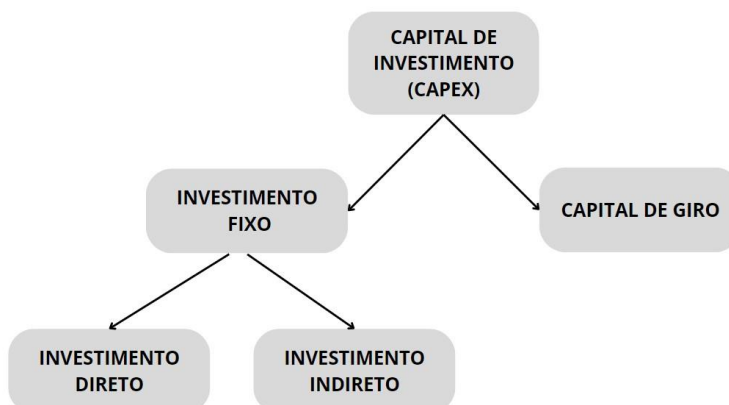
### 3.2. Estimativas de custos

Na concepção da empresa de segurança do trabalho, foi empreendido a tarefa de estruturação desde o início, abrangendo aspectos que vão desde a locação do terreno até a aquisição dos equipamentos necessários para os escritórios e as avaliações de riscos que serão conduzidas. Nesse contexto, foi desenvolvido um plano estratégico abrangente para orientar todas as etapas do projeto, permitindo estimar o investimento inicial requerido de forma precisa. A seleção e aquisição dos equipamentos foram embasadas em dados confiáveis provenientes de especialistas em segurança do trabalho, adaptando-os às necessidades específicas dessa empresa.

Para além dos equipamentos, englobam-se despesas como mão de obra, custos administrativos, despesas auxiliares, utilidades, entre outros. Para uma estimativa mais precisa dos valores, foram elaborados dois fluxogramas de custos para o empreendimento, Figura 3 e Figura 4, distinguindo-os entre Custos de Investimento Inicial (CAPEX) e Custos Operacionais (OPEX).

#### 3.2.1. CAPEX

Figura 3 - Fluxograma CAPEX.



Fonte: Borel (2023).

Com o objetivo de proporcionar uma distribuição mais precisa do CAPEX, optou-se por classificá-lo em duas categorias distintas: Investimento Fixo e Capital de Giro. O Investimento Fixo abrangeu despesas como investimentos diretos, como a aquisição de equipamentos cruciais para a condução de avaliações de riscos, incluindo dispositivos como dosímetros, além de equipamentos de escritório, como impressoras. Além disso,

incorporouse gastos considerados investimentos indiretos, como os custos associados à engenharia do projeto. Por sua vez, o Capital de Giro foi definido como um montante para servir como reserva, garantindo o pagamento de todas as despesas essenciais e proporcionando uma margem de segurança para lidar com eventualidades, como atrasos no recebimento de pagamentos.

### 3.2.1.1. Investimentos fixos

Em relação aos investimentos diretos, foram realizadas consultas em diversas lojas online para determinar o tipo e o valor estimado dos equipamentos necessários para as avaliações de risco da empresa, onde concluiu-se que os principais gastos nessa categoria incluiriam o Radiômetro, Dosímetro, Medidor de Estress Térmico e Bomba de Amostragem de Poeira e Gás, que desempenham um papel crucial no suporte à realização da carta de serviços oferecidos pela empresa. Quanto aos custos administrativos, conduziu-se uma análise que resultou na identificação dos principais gastos listados na Tabela 3.

Tabela 3 - Equipamentos administrativos adquiridos.

Equipamento	Ar- -Condicionado	Mesa Treinamento	Mesa Sala	Mesa Escritório	Cadeira	Impressora	Televisão
Qntd.	6	1	3	2	10	1	1
Local	Geral	Sala de Treinamento	Sala Adm.	Sala Escritório	Geral	Sala Adm.	Sala treinamento

Fonte: Dos Autores (2023).

\*Não estão incluídas despesas operacionais padrões, uma vez que não constituem uma porção significativa da parcela de custos administrativos.

### 3.2.1.2. Custos de Engenharia

Os custos de engenharia na criação de uma empresa prestadora de serviços podem variar de acordo com o tipo de serviço prestado e a complexidade do projeto. Para este estudo foram considerados os custos com a elaboração de projetos técnicos, estudos de viabilidade,

licenciamentos, contratação de profissionais especializados, aquisição de equipamentos e materiais, entre outros.

### 3.2.1.3. Capital de Giro

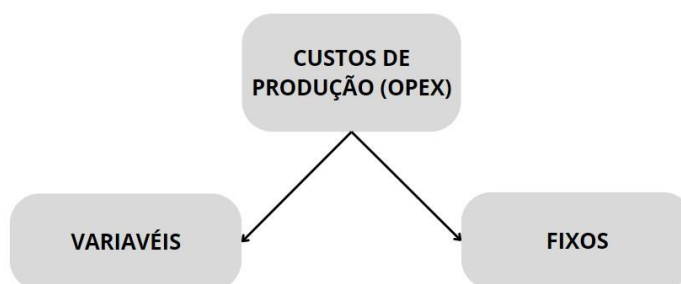
O cálculo do capital de giro de uma empresa é essencial para garantir a sua saúde financeira e a continuidade das operações. O capital de giro foi determinado pela diferença entre os recursos disponíveis em caixa e a soma das despesas e contas a pagar, representando a quantia necessária para manter a empresa funcionando no intervalo de tempo entre o investimento e o retorno do lucro para o caixa. Sua fórmula é representada pela Equação 1.

$$\text{Capital de Giro Líquido} = \text{Ativo Circulante} - \text{Passivo Circulante} \quad (1)$$

Sendo o ativo circulante composto por recursos de alta liquidez, como dinheiro em caixa, aplicações financeiras e contas a receber, que podem ser convertidas rapidamente em dinheiro para pagar as obrigações de curto prazo. Já o passivo circulante inclui as obrigações de curto prazo, como fornecedores, impostos, salários e outras despesas operacionais.

### 3.2.2. OPEX

Figura 4 - Fluxograma OPEX.



Fonte: Dos Autores (2023).

Ao analisar os custos fixos, destacou-se o aluguel do espaço e os encargos relacionados à mão de obra, os quais englobam os colaboradores dessa empresa, incluindo 1 técnico de Segurança do Trabalho, 1 Assistente Administrativo, 1 Engenheiro Químico com Pós em Engenharia de Segurança do Trabalho e 1 Estagiário. Já os custos variáveis,

envolveram a manutenção periódica do estabelecimento e contas, como energia elétrica, água e internet e plano de telefonia.

Na escolha do local para a empresa, a pesquisa concentrou-se em bairros comerciais ativos em Lavras-MG, com destaque para os bairros com o maior número de estabelecimentos comerciais. Definiu-se que o espaço terá uma área entre 100 e 400 m<sup>2</sup>, visando acomodar a infraestrutura planejada, incluindo sala administrativa, sala de treinamentos, dois escritórios e um banheiro. No aspecto da mão de obra, os encargos adicionais, como FGTS (equivalente a 8% do salário), férias e benefícios, foram minuciosamente considerados, revelando um acréscimo de cerca de 40% sobre o valor total despendido pela empresa para remunerar cada colaborador, devido ao porte reduzido do estabelecimento. Na análise de custos variáveis, a manutenção periódica incorporou reformas pontuais, manutenção de equipamentos, limpeza do local de trabalho, além de despesas extras ocasionais.

### **3.3. Carta de serviços**

A fim de fornecer serviços de qualidade com profissionalismo, foi estruturada uma carta contendo os principais serviços fornecidos pela empresa. Nela foram descritos em detalhes as etapas para a elaboração dos documentos ofertados, bem como o processo de coleta e análise dos dados referente aos riscos existentes nas indústrias contratantes. Além disso, foram informados todos os equipamentos de medição que podem ser utilizados durante as análises.

#### **3.3.1. PGR**

O PGR realizado pela empresa seguirá uma série de informações pré-estabelecidas pelas diretrizes do cronograma. Para isso, são analisadas medidas de prevenção, com objetivo principal de eliminar os riscos. Contudo, como na maioria dos casos tal ação é inviável, busca-se reduzir ou controlar os riscos através de equipamentos de proteção coletiva (EPC), seguida de controles administrativos e organizacionais até a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), quando necessário.

Ademais, será informado, em caso de risco, os treinamentos que deverão ser aplicados a cada funcionário, de acordo com sua função na empresa, em conformidade com as normas regulamentadoras vigentes. Em sequência, será realizada uma classificação de

riscos pela relação entre probabilidade de dano e gravidade, utilizando diretrizes governamentais, o qual conterà, primeiramente, as informações da empresa contratante, como razão social, CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica), e principalmente o CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) e quantidade de funcionários, para identificação do grau de risco da empresa.

Em seguida, será realizado o inventário de riscos, responsável por identificar e listar os riscos existentes nas atividades dos funcionários, tais como físicos, químicos e biológicos. Para a realização do inventário, será identificado os perigos existentes através de cinco etapas: levantamento preliminar dos perigos, descrição dos perigos, identificação das fontes ou circunstâncias, identificação das possíveis lesões ou agravos à saúde e identificação dos grupos de trabalhadores expostos, através dos grupos heterogêneos de exposição (GHE), que divide os trabalhadores pelos principais riscos aos quais estão expostos. E então, será realizada a avaliação dos riscos, identificando o nível e classificando cada um por prioridade.

Assim que o inventário estiver completo é realizado o plano de ação, documento que mostra em detalhes como será feito o controle dos riscos presentes no inventário, através de uma matriz que define a classificação dos riscos, representando sua grandeza e importância.

A probabilidade de ocorrência do dano é feita atribuindo-se um índice de probabilidade (P), que varia de 1 a 4, e é descrito na Figura 5.

Figura 5 - Critérios de probabilidade de ocorrência.

<b>P</b> <b>Índice de probabilidade</b>	<b>Critério Adotado</b>		
<b>Probabilidade</b>	<b>Perfil de exposição qualitativo</b>	<b>Perfil de exposição quantitativo</b>	<b>Fator de proteção</b>
<b>1</b> (Possível mais altamente improvável)	Exposição baixa: contato não frequente com o agente ou frequente a baixíssimas concentrações /intensidades	Exposição inferior a 10% do Limite de Exposição Ocupacional $E < 10\% \text{ LEO}$ Percentil 95 $< 0,1 \times \text{LEO}$	As medidas de controle existentes são adequadas, eficientes e há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.
<b>2</b> (Improvável)	Exposição moderada: contato frequente com o agente a baixas concentrações /intensidades ou contato não frequente a altas concentrações /intensidades	Exposição estimada entre 10% e 50% do Limite de Exposição Ocupacional. $10\% < E \leq 50\% \text{ LEO}$ Percentil 95 entre $0,1 \times \text{LEO}$ e $0,5 \times \text{LEO}$	As medidas de controle existentes são adequadas e eficientes, mas não há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.
<b>3</b> (Pouco provável)	Exposição significativa ou importante: contato frequente com o agente a altas concentrações/intensidades	Exposição estimada entre 50% e 100% do Limite de Exposição Ocupacional. $50\% < E \leq 100\% \text{ LEO}$ Percentil 95 entre $0,5 \times \text{LEO}$ e $1,0 \times \text{LEO}$	As medidas de controle existentes são adequadas mas apresentando desvios ou problemas significativos. A eficiência é duvidosa e não há garantias de manutenção adequada.
<b>4</b> (Provável quase certo)	Exposição excessiva: contato frequente com o agente a concentrações/intensidades elevadíssimas	Exposição estimada acima do Limite de Exposição Ocupacional $E > 100\% \text{ LEO}$ Percentil 95 $> 1,0 \times \text{LEO}$	Medidas de controle inexistentes ou as medidas existentes são reconhecidamente inadequadas

Fonte: adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800.

De mesmo modo, a gravidade do dano é atribuída através de diferentes critérios em função do potencial de gravidade, sendo o índice de gravidade (G) variando de 1 a 4 de acordo com a Figura 6.

Figura 6 - Critérios de gravidade de danos à saúde.

<b>G</b> <b>Índice de gravidade</b> <b>Do dano</b>	<b>Critério utilizado (genérico)</b>	<b>Exemplos</b>
<b>1</b> <b>(Reversível</b> <b>leve)</b>	Lesão ou doença leve, com efeitos reversíveis levemente prejudiciais. Lesão ou doença leve, com efeitos reversíveis levemente prejudiciais	Ferimentos leves, irritações leves. Que não implique em afastamento não superior a 15 dias etc. Ferimentos leves, irritações leves. Que não implique em afastamento não superior a 15 dias etc.
<b>2</b> <b>(Reversível severo)</b>	Lesão ou doença séria, com efeitos reversíveis severos e prejudiciais.	Irritações sérias, pneumoconiose não fibrogênica, lesão reversível que implique em afastamento superior a 15 dias, etc.
<b>3</b> <b>(Irreversível severo)</b>	Lesão ou doença crítica, com efeitos irreversíveis severos e prejudiciais que podem limitar a capacidade funcional.	PAIR, danos ao sistema nervoso central (SNC), lesões com sequelas que impliquem em afastamentos de longa duração ou em limitações da capacidade funcional.
<b>4</b> <b>(Fatal ou incapacitante)</b>	Lesão ou doença incapacitante ou fatal.	Perda de membros ou órgãos que incapacitem definitivamente para o trabalho, lesões múltiplas que resultem em morte, doenças progressivas potencialmente fatais tais como pneumoconiose fibrogênica, câncer etc.

Fonte: adaptado de MULHAUSEN & DAMIANO (1998) e Apêndice D da BS 8800.

A partir da classificação de cada risco existente no ambiente de trabalho com relação à probabilidade de ocorrência e gravidade do dano, é desenvolvida a matriz de riscos 4x4, representada na Figura 7.

Figura 7 - Matriz de Risco para estimar a categoria do risco.

<b>P</b> <b>R</b> <b>O</b> <b>B</b> <b>A</b> <b>B</b> <b>I</b> <b>L</b> <b>I</b> <b>D</b> <b>A</b> <b>D</b> <b>E</b>	<b>4</b> <b>PROVÁVEL</b> <b>(E &gt; LEO)</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO CRÍTICO</b>
	<b>3</b> <b>POUCO PROVÁVEL</b> <b>(E = 0,5 a 1,0 LEO)</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>	<b>RISCO ALTO</b>
	<b>2</b> <b>IMPROVÁVEL</b> <b>(E = 0,1 a 0,5 LEO)</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>	<b>RISCO ALTO</b>
	<b>1</b> <b>ALTAMENTE IMPROVÁVEL</b> <b>(E &lt; 0,1 LEO)</b>	<b>RISCO IRRELEVANTE</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO BAIXO</b>	<b>RISCO MÉDIO</b>
		<b>1</b> <b>reversível, leve</b>	<b>2</b> <b>reversível, severo</b>	<b>3</b> <b>irreversível, severo</b>	<b>4</b> <b>fatal ou incapacitante</b>

Fonte: MULHAUSEN & DAMIANO (1998), apêndice D da BS8800 (BSI,1996).

A combinação entre os índices de probabilidade e gravidade, através da matriz, gera uma cor de identificação para cada risco, bem como sua classificação. Seguindo a Figura 8



será identificado e informado para a empresa os riscos existentes junto com as orientações relevantes para cada um deles.

Figura 8 - Orientação por risco segundo a classificação da matriz.

Grau de risco	Prioridade	Descrição
0	Irrelevante (sem prioridade)	Sem gravidade, manter monitoramento.
1	Baixo	Requer a orientação dos trabalhadores sobre as consequências de uma alta exposição; A implantação de medidas de controle não é necessária; Manter as medidas de controle já existente
2	Média	Requer implantação das medidas de controle; porém a prioridade é baixa, manter e monitorar as medidas já existentes.
3	Alta	A implantação de medidas de controle é necessária, e a prioridade e média ou a melhoria das medidas já existe.
4	Critica (muito alta)	Adotar medidas de controle necessária apropriado, deve ser adotadas medidas provisórias imediata, com prioridade alta.

Fonte: MULHAUSEN & DAMIANO (1998).

Como apresentado na Figura 8, os riscos identificados na matriz pela cor azul são aqueles considerados irrelevantes, logo não necessitam de medida de proteção. Os riscos identificados pela cor verde (grau 1), são aqueles de baixa prioridade, os quais requerem somente orientações aos trabalhadores sobre sua exposição. Já os riscos de grau 2 (média prioridade), necessitam de atenção e monitoramento sobre as medidas de controle já existentes. Os riscos de alta prioridade, por sua vez, representados pela cor laranja, requerem a implementação de novas medidas de controle, pois as existentes não são suficientes para amenizar o risco. Por fim, os riscos críticos (grau 4), representados pela cor vermelha, necessitam de extrema atenção e prioridade, sendo de grande importância a adoção de novas medidas de controle, bem como monitoramento delas.

Após classificados todos os riscos e identificadas as prioridades de controle, os funcionários serão informados e orientados sobre os riscos aos quais estão expostos, bem como ao empregador. A Figura 9 apresenta um exemplo de como é feito o registro e detalhamento dos riscos existentes para um GHE específico.

Figura 9 - Identificação dos perigos por GHE.

TABELA DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS POR GHE (Grupo Homogêneo de Exposição)											
GHE	03	Setor	Produção				Data da inspeção	11/05/2022			
Empresa											
Ambiente de trabalho		Parede em alvenaria, piso cimento liso pintado epóxi, pé direito médio 3 metros, iluminação lâmpadas fluorescentes, ventilação natural e artificial, por meio de climatizado..									
Função		Assistente técnico				Nº de funcionários		1			
		Assistente Técnico (1)				Nº de funcionários		1			
		Assistente Técnico (2)				Nº de funcionários		1			
Agentes ambientais	Tipo de agentes	Perigo / Fonte de Riscos	Padrões Legais / Limite de Exposição	Tipo de Exposição	Danos pra saúde	Técnica utilizada	Controle existente	Classificação do Risco / Controle			
								P	G	Grau de Risco	Prioridade Controle
Físico	Ruído contínuo e intermitente	Jato de Ar comprimido	NR 15 Anexo 1	Habitual	Problemas auditivo	Qualitativo	Uso de Protetor auditivo (concha)	1	2	B	B
Químico	Produtos químicos	Contato Álcool isopropílico/ thinner	NR 15 Anexo 13	Não Aplica	Não aplica	Qualitativo	Uso de luvas de látex	1	2	B	B
Biológico	Ausente	Não identificado	--	Não Aplica	Não aplica	Qualitativo	Não Aplica	-	-	0	I
Ergonômico	Manuseio e levantamento de peso	Movimentação de equipamentos geradores de ozônio	NR17	Não Aplica	Não aplica	Qualitativo	Uso de paleteira hidráulica;	2	1	B	B

Fonte: Dos Autores (2023).

Por fim, será elaborado um plano de ação preventiva. Este plano, realizará uma análise de cada risco existente por GHE, informando ao empregador todas as medidas preventivas e mitigadoras recomendadas. Além disso, como complemento haverá orientação sobre a periodicidade que as ações devem ser monitoradas e avaliadas, a depender do grau de risco existente.

### 3.3.2. LTCAT

A elaboração do laudo é realizada seguindo algumas etapas. Após realizado o levantamento das atividades e funções, será realizada uma análise dos riscos ambientais (químicos, físicos e biológicos), nocivos à saúde dos funcionários. Em seguida, deverá ser realizada uma inspeção no ambiente de trabalho para identificação das fontes geradoras de riscos. Como próxima etapa, é feita a avaliação dos agentes de riscos inerentes às atividades e funções, contemplando todos os aspectos que envolvem possíveis condições de insalubridade e/ou periculosidade. Então, serão avaliados quantitativamente os agentes de risco identificados, seguindo os critérios recomendados pelas Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego. Por fim, será elaborado um plano de ação preventiva, descrevendo as melhores ações a serem realizadas a fim de eliminar ou reduzir os impactos causados pelos riscos identificados.

Como o LTCAT abrange riscos mais graves, é necessária uma melhor e mais detalhada análise sobre esses riscos, onde haverá avaliações quantitativas para orientar, com maior segurança, sobre as melhores medidas de prevenção, bem como os equipamentos corretos a serem utilizados, referente aos principais riscos avaliados, que são: ruído, calor, radiação e poeira.

Após a determinação de todos os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos, bem como seu nível de periculosidade, será fornecida uma lista detalhada ao empregador referente a todos os equipamentos de proteção individual e coletiva que devem ser implementados no ambiente de trabalho. Os EPI 's são específicos para cada nível de exposição nos quais os trabalhadores se encontram e seu objetivo é atenuar a gravidade da exposição para que se enquadre nos padrões mínimos exigidos pelas normas regulamentadoras. Caso algum trabalhador esteja exposto a um risco tão grave que não haja equipamentos capazes de atender ao nível necessário, ele se torna apto ao recebimento de aposentadoria especial pelo governo, assim como consta na PLP 245/2019 (BRASIL, 2019).

### **3.4. Análise dos riscos**

#### **3.4.1. Ruído**

A metodologia aplicada está baseada nos conceitos técnicos adotados pela portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, do MTE em suas normas regulamentadoras NR 15, no Decreto 93.412 de 14 de outubro de 1986, do MTE pelo Decreto nº 3048/99 de 12 de maio de 1999, pela instrução normativa nº 99, de 10 de dezembro de 2003 do INSS e pela instrução normativa INSS/PRES nº 45, de 6 de agosto de 2010.

O método de trabalho utilizado para a avaliação dos ruídos em uma indústria consiste primordialmente em visitas e inspeções em todos os locais de trabalho nos quais os funcionários desenvolvem suas atividades, além da descrição das funções, a determinação do número de trabalhadores expostos e a caracterização das atividades.

A avaliação do ruído envolve o uso de um microfone posicionado na zona auditiva do trabalhador, para proporcionar dados representativos da exposição ocupacional diária ao ruído durante o exercício das funções. O processo deve abranger o ciclo das atividades realizadas ao longo da jornada de trabalho.

De acordo com a NR-15, a jornada de trabalho deve ser vinculada à exposição do trabalhador aos ruídos, sendo representada na Figura 10 o nível de ruído em decibéis máximo

permitido para cada jornada de trabalho. Para uma jornada de trabalho de 8 horas, o limite máximo aceitável é de 85 dB. Quando os níveis de ruído ultrapassam 115 dB, é imperativo utilizar proteções adequadas, uma vez que esses níveis representam riscos iminentes e graves. Em casos assim, à medida que o nível de ruído aumenta, é necessário reduzir o tempo de exposição (WENG, 2023).

Figura 10 - Limites de exposição à ruído adotado pela NR-15.

<b>NÍVEL DE RUÍDO dB(A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo 1. NR-15 (2020).

O equipamento utilizado para a medição de ruídos é o Dosímetro DOS-1000X da marca Instrutherm, representado pela Figura 11, com escala de detecção de ruído variando de 70 dB até 140 dB. O aparelho conta com um microfone que é colocado próximo à zona auditiva do trabalhador que o transporta. Sua amostragem é feita automaticamente pelo aparelho onde é colhido o nível médio de ruído, para posterior análise.

Figura 11 - Dosímetro Instrutherm DOS-1000X.



Fonte: INSTRUTHERM (2015).

### 3.4.2. Calor

A análise quantitativa do calor deve ser conduzida conforme os princípios e procedimentos delineados na Norma de Higiene Ocupacional NHO 06 da FUNDACENTRO.

Deve ser realizada a avaliação da carga térmica através do uso do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo), que é uma medida utilizada para avaliar a exposição ocupacional ao calor em ambientes de trabalho. Seu cálculo é realizado por meio de equações que consideram os parâmetros de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e radiação térmica, proporcionando uma avaliação quantitativa da exposição ao calor nos ambientes de trabalho. Seus resultados são comparados com a tabela de referência, representada na Figura 12, que indica a jornada de trabalho máxima para cada tipo de atividade.

Figura 12 - Regime de trabalho em função do IBUTG.

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: Anexo 3. NR-15 (2020).

Para utilização correta da Figura 12, é necessário definir se a atividade exercida por determinado funcionário é do tipo Leve, Moderada ou Pesada. Para isso faz-se necessário a utilização das Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Relação entre taxa de metabolismo média e IBUTG.

M (Kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: Anexo 3. NR-15 (2020).

Figura 14 - Relação entre metabolismo e atividade exercida.

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
<b>SENTADO EM REPOUSO</b>	100
<b>TRABALHO LEVE</b>	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
<b>TRABALHO MODERADO</b>	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
<b>TRABALHO PESADO</b>	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Fonte: Anexo 3. NR-15 (2020).

A NR-15 define as equações 2 e 3 como a fórmula para o cálculo do valor do IBUTG para ambientes internos e ambientes externos com luz artificial, respectivamente.

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg \quad (2)$$

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,1 tbs + 0,2tg \quad (3)$$

Sendo:

tbn = Temperatura de bulbo úmido natural

tg = Temperatura de globo tbs =

Temperatura de bulbo seco

A taxa de metabolismo média (M), por sua vez, é definida pela equação 4.

$$M = \frac{Mt \times Tt + Md \times Td}{60} \quad (4)$$

Sendo:

Mt - taxa de metabolismo no local de trabalho.

Tt - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

Md - taxa de metabolismo no local de descanso.

Td - soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

Os tempos Tt e Td devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo  $Tt + Td = 60$  minutos corridos. As taxas de metabolismo Mt e Md serão obtidas consultando-se a Figura 14.

Em seguida, com o auxílio do medidor de estress térmico Itemp, representado pela Figura 15, é realizada a medição de calor no ambiente.

Figura 15 - Medidor de estress térmico Itemp.



Fonte: Instrubras (2023).

As medições devem ser realizadas no local onde o trabalhador permanece, considerando a altura da região do corpo mais afetada. Esta avaliação não se aplica a atividades realizadas ao ar livre sem fonte artificial de calor. O IBUTG médio, que representa a Taxa Metabólica Média a ser considerada na avaliação da exposição ao calor, deve ser obtido durante um período contínuo de 60 minutos, resultando na condição mais crítica de exposição. Quando um trabalhador estiver exposto a duas ou mais condições térmicas diferentes, a avaliação deve incluir o cálculo da média ponderada no tempo do IBUTG.

Após realizada a coleta dos valores de temperatura com o auxílio do termômetro, serão realizados os cálculos do IBUTG e posteriormente, a análise dos resultados em comparação com as Figuras 12, 13 e 14.

Sempre que o IBUTG calculado ultrapassar os limites de exposição ocupacional estabelecidos com base no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo, as atividades serão caracterizadas como insalubres.

### 3.4.3. Radiação

Para identificar a quantidade de radiação existente em um ambiente específico, utiliza-se um dispositivo denominado radiômetro. Este instrumento é empregado para avaliar o fluxo ou intensidade da radiação eletromagnética, sendo capaz de detectar radiações ionizantes, beta, gama e raio-x.

Conforme estabelecido pela norma CNEN-NN-3.01, é obrigatório que todos os profissionais que atuam em áreas expostas estejam equipados com dosímetros de radiação ionizante individuais. Isso visa garantir um controle quantitativo da exposição desses trabalhadores à radiação.

O equipamento utilizado para as avaliações é o radiômetro Radalert-100, capaz de detectar radiações alfa, beta, gama e raio-x, na escala de  $\mu\text{Sv/hr}$  (microsieverts por hora) entre 0,1 e 1,100, representado na Figura 16.

Figura 16 - Radiômetro Radalert-100



Fonte: Instrutherm (2023).

A exposição normal dos indivíduos deve ser restringida de tal modo que nem a dose efetiva nem a dose equivalente nos órgãos ou tecidos de interesse, causadas pela possível combinação de exposições originadas por práticas autorizadas, excedam o limite de dose especificado na Figura 17.

Figura 17 - Limite de dose anual para trabalhadores expostos à radiação

Limites de Dose Anuais <sup>[a]</sup>			
Grandeza	Órgão	<i>Indivíduo ocupacionalmente exposto</i>	<i>Indivíduo do público</i>
<i>Dose efetiva</i>	Corpo inteiro	20 mSv <sup>[b]</sup>	1 mSv <sup>[c]</sup>
<i>Dose equivalente</i>	Cristalino	20 mSv <sup>[b]</sup> <small>(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)</small>	15 mSv
	Pele <sup>[d]</sup>	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: Anexo 5, NR-15 (2020).



### 3.4.4. Poeira

O procedimento de avaliação de poeira consiste em, primeiramente, visitar e inspecionar o ambiente de trabalho, realizando assim uma avaliação qualitativa dos riscos químicos existentes. Em seguida é realizada a coleta de amostras com os equipamentos apropriados para a avaliação quantitativa.

Para isso, é utilizado um equipamento composto por uma bomba de amostragem, um filtro removível, específico para o tipo de poeira, e um separador de partículas, caso seja desejável coletar poeira em uma faixa de tamanho específica. A bomba utilizada é a GilAir Plus, da marca Gilian, equipamento capaz de coletar partículas tanto de poeira quanto de gases e fumos metálicos, que está representado pela Figura 18.

Figura 18 - Bomba de amostragem GilAir Plus.



Fonte: Instrubras (2023).

Para se iniciar o procedimento de análise quantitativa é necessário primeiramente, conhecer o agente químico a ser estudado, para isso é preciso do conhecimento e utilização da FDS (Ficha de Dados de Segurança), de acordo com a NBR 14725, atualizada em julho de 2023. Este documento fornece as informações sobre os produtos químicos, referentes à segurança e saúde, e com base nela é possível determinar o amostrador correto (MANERÓ, 2023).

Assim que o agente for definido e o filtro correto selecionado, é realizada a calibração da bomba, para alcançar a vazão necessária, e definido o tempo de medição. Depois que for regulada, a bomba é acoplada ao trabalhador, próxima da via respiratória, para que a substância coletada seja similar a inalada durante a jornada de trabalho, como representado na Figura 19. O tempo de amostragem é definido em função, por exemplo, da sensibilidade do método analítico ou quantidade de geração do poluente. Após o término da coleta, deve-se marcar o tempo final e aferir a calibração da bomba para o cálculo da vazão média. Por fim, as amostras coletadas no filtro serão analisadas por espectrometria de absorção atômica

e espectrometria de emissão óptica por plasma, em um laboratório, conforme método NIOSH 7303.

O laboratório, após análise dos elementos metálicos, determinará a massa de cada metal presente na amostra. Quando se trata de metais, o laboratório está equipado com níveis de detecção específicos para cada tipo de substância. Geralmente, esses limites de detecção são extremamente baixos, indicando que uma quantidade mínima de amostra é necessária para identificar elementos metálicos.

Figura 19 - Bomba de amostragem acoplada ao trabalhador.



Fonte: Instrutherm (2023).

A norma regulamentadora NR-15 define critérios para a identificação de atividades insalubres, estipulando limites de tolerância para diversos tipos de partículas. O Anexo 13 desta norma lista outros agentes prejudiciais à saúde, os quais devem ser avaliados qualitativamente. Isso significa que a possível insalubridade deve ser verificada por meio de inspeções realizadas no ambiente de trabalho.

Os limites estabelecidos pela NR-15 foram originalmente baseados nos padrões da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) de 1978. Os limites da ACGIH são aceitos cientificamente no Brasil para fins de controle dos riscos ambientais. Contudo, a adoção dos limites de tolerância da ACGIH deve ser por meio da fórmula BRIEF & SCALA, uma vez que a jornada de trabalho no Brasil é de 8 horas diárias e 44 horas semanais, enquanto os limites da ACGIH são para jornadas de 8 horas por dia e 40 horas semanais (SALIBA, 2016).

O limite de tolerância para sílica respirável, expresso em  $\text{mg}/\text{m}^3$ , é dado pela equação 5 enquanto o fator de redução do limite de tolerância BRIEF & SCALA para a jornada de trabalho brasileira, é representado pela equação 6.

$$L. T = \frac{8}{\% \text{ quartzo} + 2} \text{mg}/\text{m}^3 \quad (5)$$

$$F. R = \frac{40}{h} \times \frac{168-h}{128} \quad (6)$$

Em que:

L.T = Limite de Tolerância FR =

Fator de Redução h = Jornada de trabalho em horas

Na Tabela 4 estão descritos alguns limites para partículas recomendados pela ACGIH, devidamente corrigidos.

Tabela 4 - Limites de tolerância recomendados pela ACGIH para alguns particulados.

Substância	LT mg/m <sup>3</sup>	LT corrigido mg/m <sup>3</sup>	Observações
Poeira de Madeira (Cedro Vermelho do oeste)	0,50	0,44	Limite para fração inalável, Outros tipos de madeira (cancerígenas), como, por exemplo, o carvalho, A ACGIH não recomenda limite.
Poeira de outras espécies de madeira	1,00	0,88	
Cimento Portland	1,00	0,88	Limite para fração respirável que não contenha asbestos e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Poeira de algodão, bruto, sem tratamento.	0,10	0,09	Limite recomendado para fração torácica
Cereais(aveia, cevada, trigo)	4,00	3,52	Poeira contendo material particulado total que não contenha asbestos e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Grafite (todas as formas exceto fibras de grafite)	2,00	1,76	Limite de tolerância para fração respirável.
Poeira de carvão	0,40	0,35	Limite de tolerância para fração respirável.
Poeira de carvão betuminoso	0,90	0,79	
Poeira e névoas como cobre	1,00	0,88	Limite para particulado total
Fumos de cobre	0,20	0,18	Limite para particulado total
Ferro, óxido (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5,00	4,40	Limite para particulado na fração respirável.
Poeira de farinha	0,50	0,44	Limite de tolerância para fração torácica.

Fonte: ACGIH (2014).

### 3.5. Análise de viabilidade

Para determinar se a implementação da empresa seria viável financeiramente, foi necessário realizar alguns cálculos referentes aos custos de CAPEX e OPEX em relação aos ganhos previstos durante um período de 12 meses. Para isso, foram detalhados todos os gastos fixos iniciais, dentre eles foram incluídos equipamentos de medição, materiais administrativos e documentações obrigatórias. Já em relação aos custos operacionais, foram contabilizados gastos referentes ao salário de cada funcionário, benefícios, como 13º salário, cesta básica e vale-transporte, aluguel do estabelecimento, custo de contabilidade, materiais administrativos e manutenção dos equipamentos, como troca de filtros e baterias. A fim de se enquadrar na realidade de uma empresa recém-inaugurada, foi estipulado que os três primeiros meses seriam destinados prioritariamente à captação de clientes e investimento em marketing, a fim de expandir o relacionamento da empresa pela região. Sendo assim, o capital inicial necessário para implementação da empresa foi definido como sendo a soma de todos os custos relacionados ao CAPEX somados a três meses de gastos relacionados a OPEX, como salário de funcionários e contas a pagar.

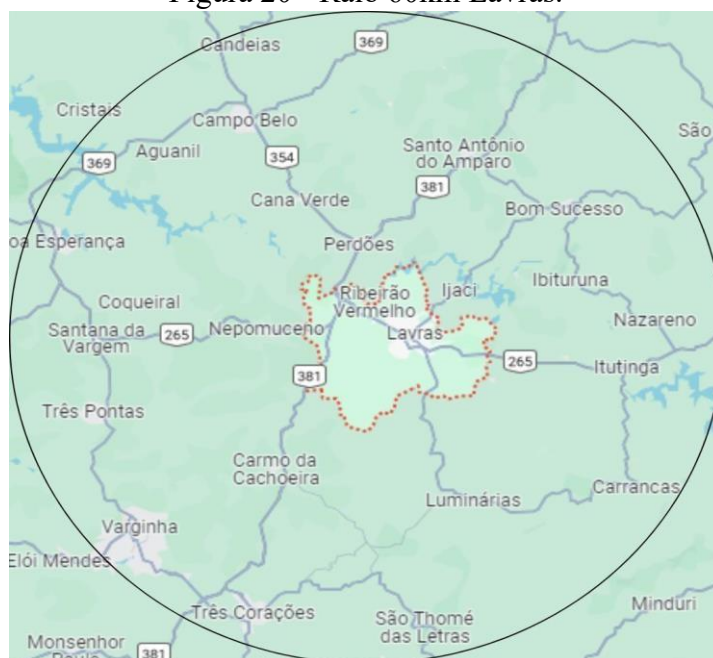
Desse modo, baseando-se nas metas estipuladas para a empresa, foi definido o lucro médio mensal esperado a partir do quarto mês de funcionamento, sendo ele a diferença entre o faturamento médio mensal e o custo mensal total, sem considerar os gastos de CAPEX. Assim, foi possível definir o tempo aproximado para se obter integralmente o valor investido, considerando que todo o lucro líquido seja convertido para essa finalidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Pesquisa de mercado

As cidades escolhidas para o estudo foram Boa Esperança, Bom Sucesso, Campo Belo, Carrancas, Nepomuceno, Perdões, São João Del Rey, São Thomé das Letras, Três Corações, Três Pontas e Varginha, conforme apresentado na Figura 20 - Raio 60 km de Lavras. Para a presente análise, foram examinadas as quantidades de empresas com capital significativo e empresas de médio/grande porte, as quais são de interesse principal para esse negócio. Além disso, foi analisada a quantidade de empresas com o CNAE 7119704, responsável por Serviços de Perícia Técnica Relacionados à Segurança do Trabalho, conforme os dados disponíveis no IBGE em 2021:

Figura 20 - Raio 60km Lavras.



Fonte: Google Maps (2023).

Tabela 5 - Análise de empresas nas cidades do sul de Minas Gerais.

Cidade	População	Empresas ativas	Médio/Grande Porte	CNAE M-7112-0/00
Boa Esperança	15.146	4.731	521	1
Bom Sucesso	17.612	1.474	194	0
Campo Belo	54.338	6.323	495	0
Carrancas	4.052	539	78	0
Lavras	105.756	13.213	1.461	3
Nepomuceno	26.882	2.457	209	0
Perdões	21.577	3.129	262	2
São João Del Rey	90.897	13.213	1.079	4
São Thomé das Letras	7.151	1.325	81	0
Três Corações	80.561	7.959	729	3
Três Pontas	57.127	6.205	666	3
Varginha	137.608	20.414	2.319	10

Fonte: dos autores (2023).

A partir dos dados, observa-se que essas cidades possuem uma quantidade considerável de empresas ativas de médio e grande porte, com destaque para Lavras, São João Del Rey e Varginha, as quais podem representar boas oportunidades de captação de clientes. Observa-se também que existem cidades que não possuem empresas registradas no CNAE 7119704, representando locais estratégicos para parcerias. Todavia, vale ressaltar que o número de empresas não reflete diretamente o número que oferecem serviços de segurança,

pois muitas estão registradas no CNAE M-7112-0/00 - Serviços de Engenharia, uma atividade do Setor de Serviços.

Os dados também indicam que Varginha é um polo mais concorrido, com várias empresas no setor de Segurança do Trabalho. No entanto, grande parte delas buscam demandas de análises de riscos químicos em cidades maiores, como São Paulo e Belo Horizonte, devido à falta de laboratórios para a segunda etapa da avaliação dos riscos químicos.

Uma pesquisa mais detalhada em Lavras revelou que a cidade é um excelente polo para quem busca empresas de médio e grande porte, com 50 empresas com capital superior a 3 milhões e meio de reais. Na análise de concorrentes, destacam-se quatro empresas que oferecem serviços de Medicina e Engenharia de Segurança do Trabalho: São Lucas Empresarial, Prevenção, HTMED e Matriz Engenharia. No segmento, apenas de Engenharia de Segurança do Trabalho, há diversas empresas envolvidas, cada uma focada em diferentes serviços.

Além disso, em termos percentuais, Bom Sucesso e Carrancas se destacam como as cidades com a maior proporção de empresas de médio e grande porte em relação ao total de empresas existentes, registrando 13% e 14%, respectivamente (Empresa Aqui, 2023).

Outro aspecto relevante para o setor industrial é a presença significativa de empresas registradas em CNAEs que são pertinentes para a oferta de serviços da empresa em análise. Por exemplo, Perdões se destaca com 4% das empresas registradas (totalizando 120 empresas) no CNAE 4930202, relacionado ao transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças intermunicipais, interestaduais e internacionais. A cidade de Boa Esperança contribui com 3% (totalizando 147 empresas) no CNAE 4712100, que abrange o comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - minimercados, mercearias e armazéns. Além disso, São Thomé das Letras também apresenta uma parcela significativa, com 3% no CNAE 0810099 (totalizando 36 empresas), relacionado à extração e britamento de pedras e outros materiais para construção e beneficiamento associado.

Um dos motivos do público-alvo envolve a questão de se tornar exigível, pelo Ministério do Trabalho e Emprego, desde 03 de janeiro de 2022, o PGR para todas as empresas no território nacional com ao menos um funcionário registrado em CLT, com exceção de microempreendedores individuais (MEI) e empresas de pequeno porte com grau de risco 1 ou 2 que não identifiquem exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e

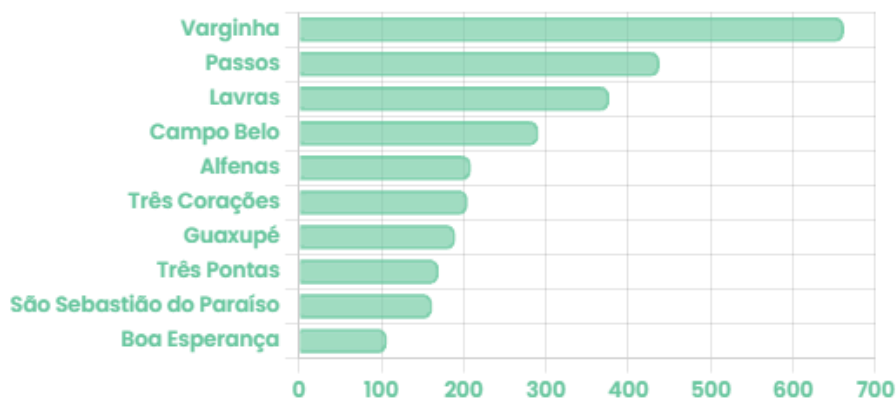
biológicos. A recente alteração na exigência do programa impulsionou a necessidade de contratação dos serviços especializados em segurança do trabalho.

Outro fator de grande influência na demanda por serviços de segurança do trabalho está no crescente aumento na criação de novas empresas, onde segundo dados da Junta Comercial de Minas Gerais indicam que o número de empresas registradas no estado em 2021 cresceu 32,38% quando comparado com o ano anterior, o equivalente a 74.185 negócios formalizados, sendo que dessas, 4.611 foram indústrias, empreendimentos que mais necessitam de serviços de segurança do trabalho.

Em relação a cidade de Lavras e região, foram registradas 377 novas empresas na cidade de Lavras até outubro de 2023, e aproximadamente 4.100 empresas somando-se as cidades próximas, como Varginha, Campo Belo e Três Corações. A Figura 21 ilustra o comparativo entre as cidades da região sobre a abertura de novas empresas.

Figura 21 - Cidades na região com maiores aberturas de empresas.

#### Ranking de cidades com maior abertura de empresas na Região



Fonte: Caravela (2023).

## 4.2. Resultados de CAPEX

### 4.2.1 Investimentos Fixos Diretos

Para que uma empresa no ramo de segurança do trabalho esteja apta a prestar legalmente qualquer serviço dentro do território nacional, é exigível dos órgãos governamentais a emissão e registros de alguns documentos. Na Tabela 6 estão descritos os principais pré-requisitos exigidos.



Tabela 6 - Documentos necessários para abertura de empresa e valores aproximados.

<b>Documento</b>	<b>Valor médio</b>	<b>Observação</b>
Registro na Junta Comercial	R\$ 200,00	Necessário para registro do CNPJ
Alvará de funcionamento	R\$ 350,00	Liberação do estabelecimento para funcionamento
Certificado Digital	R\$ 250,00	Necessário para emissão de nota fiscal
Registro no CREA	R\$ 300,00	Autorização para prestação de serviços de engenharia
Registro da marca	R\$ 400,00	Autorização de uso do nome e identificação da empresa
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.500,00</b>	-

Fonte: Dos Autores (2023).

Para que seja possível a realização das medições e posterior análise dos riscos, foi necessária a aquisição de alguns equipamentos de medição. Na Tabela 7 foram discriminados os equipamentos, especificando a marca e modelo escolhido, bem com o valor de mercado registrado no mês de novembro de 2023, sendo estes vendidos com certificado de calibração.

Tabela 7 - Equipamentos de medição adquiridos.

<b>Equipamento</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Qty.</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Valor total</b>
Dosímetro	Instrutherm	DOS-1000X	2	R\$ 4.800,00	R\$ 9.600,00
Bomba de Amostragem	Gillian	GilAir Plus	1	R\$ 9.690,00	R\$ 9.690,00
Radiômetro	Radalert	R-100	1	R\$ 9.731,82	R\$ 9.731,82
Termômetro de Globo	Itemp	Itemp	1	R\$ 4.890,00	R\$ 4.890,00
<b>Total</b>	-	-	<b>5</b>	-	<b>R\$ 33.911,82</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

Além dos equipamentos de medição descritos na Tabela 7, foi necessária a aquisição de materiais administrativos, também essenciais para o funcionamento da empresa. Os principais equipamentos adquiridos estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Equipamentos administrativos

Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Computador	4	R\$ 1.536,48	R\$ 6.145,92
Ar-condicionado	4'	R\$ 2.399,00	R\$ 9.596,00
Mesa de treinamento	1	R\$ 1.067,89	R\$ 1.067,89
Mesa de trabalho	5	R\$ 479,90	R\$ 2.399,50
Cadeira	10	R\$ 163,90	R\$ 1.639,00
Impressora	1	R\$ 973,75	R\$ 973,75
Outros	-	-	R\$ 5000,00
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>R\$ 26.822,06</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

Os valores disponíveis na Tabela 8 foram obtidos através de pesquisas em sites de varejo com disponibilidade e envio para a cidade de Lavras. Além disso, foi atribuído um valor de R\$5.000,00 para os gastos referentes a “outros”. Estes gastos envolvem materiais como: itens de higiene e limpeza, decoração, placas de sinalização de segurança e avisos e sistemas de proteção contra incêndio, além de gastos com materiais de consumo, como filtros, pilhas, baterias e calibragem dos equipamentos.

### 4.3. Resultados de OPEX

#### 4.3.1. Custos Fixos de Produção

Para atender às necessidades iniciais, foi necessário buscar um espaço comercial com no mínimo duas salas de escritório, uma sala de reunião, uma sala de espera, interligada com a recepção e dois banheiros. Além disso, foi importante a escolha de um bairro comercial estratégico. Assim, identificou-se um estabelecimento comercial situado no bairro Jardim Glória, em Lavras, MG, o qual se encontra no segundo maior polo empresarial, contando com 536 estabelecimentos comerciais. O local possui uma área de 300 m<sup>2</sup>, além de atender

a todas as especificações de cômodos, sendo o valor do aluguel igual a R\$3.000,00 de acordo com a imobiliária responsável.

Os salários estimados para cada funcionário foram baseados no salário-mínimo, igual a R\$1320,00 de acordo com o site do Governo Federal, desde 1º de maio de 2023. Através desse valor foi determinado o salário do engenheiro de segurança do trabalho, que de acordo com o CREA-MG é igual a seis salários-mínimos para uma jornada de trabalho de 6 horas diárias. Os valores referentes aos custos fixos estão disponíveis na Tabela 9.

Tabela 9 - Custos fixos de produção (OPEX).

<b>Custo Fixos</b>	<b>Qnt.</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Observação</b>
Aluguel	-	R\$ 3.000,00	Estabelecimento de 300 m <sup>2</sup> em Lavras, MG
Assistente Administrativo	1	R\$ 1.821,00	40 horas semanais (Benefícios não inclusos)
Técnico de Segurança	1	R\$ 2.825,00	40 horas semanais (Benefícios não inclusos)
Engenheiro de Segurança	1	R\$ 7.920,00	30 horas semanais (Benefícios não inclusos)
Estagiário	1	R\$ 600,00	20 horas semanais de serviço (Sem benefícios)
Marketing	1	R\$ 600,00	Publicidade digital
Contabilidade	1	R\$ 600,00	Custo mensal pago para uma empresa terceirizada
<b>Total</b>	-	<b>R\$ 17.366,00</b>	-

Fonte: Dos Autores (2023).

Os gastos mensais referente aos custos fixos de OPEX foram estimados em R\$27.496,00, porém, sem a contabilização de gastos extras referentes encargos trabalhistas.

Além disso, pela empresa se tratar de uma Microempresa (ME) no CNAE-71197/04, Anexo III, e por possuir uma receita bruta anual de até R\$180.000,00, a tributação pertinente foi o Simples Nacional, o qual representa uma alíquota fixa de 6%.

O FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço) e o vale transporte são pagos mensalmente, sendo o primeiro depositado em uma conta vinculada ao fundo do trabalhador e o segundo podendo ser repassado como dinheiro ou crédito de transporte. Já a cesta básica e o 13º salário são repassados anualmente, sendo que a cesta pode ser convertida em valor monetário, acordada entre as partes, e o salário extra pode ser repassado integralmente no último mês ou repartido entre os salários ao longo do ano. Na Tabela 10 se encontram os valores referentes a cada benefício.

Tabela 10 - Relação de benefícios obrigatórios por salário.

	FGTS (mensal)	Cesta Básica (anual)	Vale Transporte (mensal)	13º salário (anual)	<b>Total mensal</b>
Assistente Administrativo	R\$ 145,68	R\$ 150,00	R\$ 198,00	R\$ 1821,00	<b>R\$ 507,93</b>
Técnico de Segurança	R\$ 226,00	R\$ 150,00	R\$ 198,00	R\$ 2.825,00	<b>R\$ 671,91</b>
Engenheiro de Segurança *	R\$ 633,60	R\$ 150,00	R\$ 198,00	R\$ 7.920,00	<b>R\$ 1.641,00</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

\* Multiplicam-se os valores por dois, proporcional a quantidade de Engenheiros.

O valor do FGTS utilizado foi igual a 8% do salário dos funcionários (Caixa Econômica Federal, 2023). O custo da cesta básica foi definido pelo valor médio encontrado em mercados na região de Lavras, enquanto o valor referente ao vale transporte foi definido baseado no preço da passagem de ônibus na cidade de Lavras em novembro de 2023, igual a R\$4,50. Dessa forma, estimando duas passagens diárias e 22 úteis de trabalho durante o mês, foi definido o valor de R\$198,00. Após contabilizar todos os benefícios obrigatórios por lei dos quatro funcionários chega-se a um montante de R\$4.647,00.

Em relação aos custos variáveis de produção, foram definidos 4 principais itens a serem contabilizados: água, luz, internet e telefonia. A Tabela 11 estima o gasto mensal para cada um deles, bem como a companhia responsável pelo fornecimento.

Tabela 11 - Custos variáveis de produção (OPEX).

<b>Custos Variáveis</b>	<b>Estimativa mensal</b>	<b>Companhia</b>
Água	R\$ 300,00	Copasa
Luz	R\$ 600,00	Cemig
Internet	R\$ 120,00	Master Cabo
Telefonia	R\$ 120,00	Claro
Locomoção	R\$ 1.500,00	-
<b>Total</b>	<b>R\$ 2.640,00</b>	-

Fonte: Dos Autores (2023).

Os gastos de luz e água foram estimados considerando o consumo médio em um estabelecimento similar. Já a locomoção refere-se aos custos de deslocamento de funcionários para a realização de visitas e medições e foram estimados considerando o número de serviços a serem prestados, previstos no plano de metas.

#### 4.3.3. Estratégias de Marketing

A principal ferramenta de publicidade paga será o *Google Ads*, sendo implementada após a consolidação da presença da empresa nas redes sociais. Essa abordagem visa ampliar o alcance junto aos usuários do nicho específico da empresa e impulsionar o engajamento. Adicionalmente, será estabelecida uma ação pontual mensal, preferencialmente vinculada a datas comemorativas, com o propósito de promover a visibilidade da empresa.

Foi estabelecido um limite de investimento de R\$7.200,00 para o primeiro ano, englobando todas as iniciativas de marketing, desde a publicidade paga até as ações pontuais. O objetivo desse aporte financeiro é direcionar esforços para atingir de forma assertiva o nicho específico no Sul de Minas Gerais, contribuindo para o desenvolvimento da carteira de clientes da empresa.

#### 4.4. Serviços ofertados

Os valores estabelecidos pela empresa dos serviços ofertados de documentação (PGR e LTCAT) e as análises de riscos físicos e químicos estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores dos Serviços Ofertados.

Documento	Valor em R\$	Especificação
PGR	530,00	Até 10 funcionários
PGR	745,00	11 a 30 funcionários
PGR	$25 * N^{\circ} \text{FUNCIONÁRIO}$	> 30 funcionários
LTCAT	850,00	Até 30 funcionários
LTCAT	$30 * N^{\circ} \text{FUNCIONÁRIO}$	> 30 funcionários
Medição de Ruído	350,00	GHE
Medição de Calor	150,00	GHE
Medição de Poeira	700,00	GHE
Medição de Radiação	1500,00	GHE

Fonte: Dos Autores (2023).

Além dos valores ofertados, para contratos de até R\$15.000,00 é cobrado um valor adicional de R\$88,78 ou R\$233,94 para contratos superiores, referentes ao custo de emissão de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), obrigatórios para laudos e programas emitidos por um engenheiro de segurança do trabalho.

A tabela mostra o valor do serviço e sua especificação, por exemplo caso seja solicitado um serviço para PGR de uma empresa que contenha 50 funcionários, a conta a ser feita de quanto será cobrado é:  $50 \times R\$25,00 = R\$ 1250,00$ .

#### 4.5. Estudo de Viabilidade

Somando todos os gastos da empresa ao longo de um ano, incluindo documentação, equipamentos de medição, despesas administrativas, custos fixos e variáveis de OPEX, bem como benefícios dos funcionários, o montante total de despesas foi de R\$336.155,96. A tabela 13 mostra as metas estabelecidas pela empresa.

Tabela 13 - Metas de serviços no período de 1 ano.

<b>Serviço</b>	<b>Meta (qnt.)</b>	<b>Nº de funcionários</b>	<b>Faturamento (R\$)</b>
PGR	8	400	80.233,94
PGR	12	100	30.233,94
PGR	36	50	45.233,94
PGR	48	10	25.673,94
LTCAT	6	400	72.233,94
LTCAT	12	100	36.233,94
LTCAT	12	50	18.233,94
LTCAT	12	<30	10.288,78
<b>Total</b>	<b>146</b>	<b>-</b>	<b>318.366,36</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

Além da receita advinda da emissão dos documentos, há também os valores referentes às medições de riscos, precificadas pela Tabela 12. Desse modo, foi estimada a quantidade de análises a serem realizadas no período de 1 ano, bem como a receita esperada, de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14 - Metas de análises de riscos no período de 1 ano.

<b>Análise</b>	<b>Meta (qnt.)</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Ruído	36	350,00	12.600,00
Calor	36	150,00	5.400,00
Poeira	36	700,00	25.200,00
Radiação	24	1.500,00	36.000,00
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>-</b>	<b>79.200,00</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

Conforme evidenciado na tabela 13, o faturamento total dos serviços, ao atingir as metas, será de R\$318.366,36, sendo R\$1.726,36 referentes as ART pagas diretamente ao engenheiro responsável. Além disso, foram estabelecidas metas específicas para análises físicas e químicas, esperando-se obter um montante de R\$79.200,00, como apresentado na Tabela 14. Sendo assim, espera-se que a empresa alcance um faturamento total de aproximadamente R\$316.640,00, descontado os custos de ART pagos diretamente ao engenheiro, no período de 1 ano, referente à uma receita média mensal de aproximadamente R\$33.000,00.

Para suprir os custos iniciais, relacionados ao CAPEX, determinados nas Tabelas 6, 7 e 8, equivalente a R\$62.233,88, bem como os custos mensais estimados nas Tabelas 9, 10 e 11, referentes ao OPEX, equivalente a R\$22.826,84, foi estipulado que o investimento inicial deverá ser de R\$130.714,00. Este valor foi estimado considerando uma empresa recém introduzida no mercado, que necessita de ao menos 3 meses para capitalizar clientes e expandir seu reconhecimento na região. Desse modo considera-se que o investimento inicial deve ser equivalente aos custos de CAPEX somados a 3 vezes os custos OPEX.

Sendo assim, estimando o lucro líquido mensal da empresa a partir do terceiro mês, em média, igual a R\$10.173,16 (diferença entre receita média mensal e custos de OPEX), considerando que todo lucro obtido seja destinado à amortização do investimento inicial, estima-se que a empresa consiga retornar o capital investido dentro de 13 meses.



## 5. CONCLUSÃO

Ao analisar a cidade de Lavras, percebe-se que é um polo atraente, com um número significativo de entidades de capital relevante. Embora haja competição, muitas empresas direcionam suas demandas para outras cidades, devido à escassez da carta de serviços, criando uma oportunidade estratégica para a atuação. Além disso, o notável crescimento no número de indústrias registradas em Minas Gerais em 2021 também representa uma grande oportunidade para captação de clientes.

No que diz respeito aos investimentos iniciais, cotou-se os gastos fixos e variáveis de produção, os quais incluíram desde salários até contas de água e luz. Para uma previsão anual, considerando os três primeiros meses destinados à capacitação de clientes e divulgação da empresa, foi estimado um custo de capital inicial de R\$130.714,00. De acordo com as metas de receita, foi previsto que a empresa irá faturar, no período de 12 meses, aproximadamente R\$395.840,00, equivalente a uma média mensal de R\$33.000,00. Visto que os gastos mensais estipulados são de R\$22.826,84, o lucro estimado gerado todos os meses com a venda dos serviços relacionados ao PGR e LTCAT será de aproximadamente R\$10.173,16.

Com isso pode-se afirmar que a implementação de uma empresa de Segurança do Trabalho especializada em riscos de processos na região de Lavras é viável, e caso convertido o lucro integralmente na amortização do capital investido, em um período de 13 meses é possível recuperar toda a aplicação, sendo um tempo médio de retorno menor do que o mínimo esperado para uma empresa de pequeno porte (24 a 48 meses), de acordo com a Folha de São Paulo (2020). Desse modo, pode-se concluir que o plano de metas para o primeiro ano de funcionamento da empresa pode ser reduzido, visto que os resultados demonstraram um retorno de capital investido consideravelmente menor que a média das empresas brasileiras de mesmo porte.

Contudo, a fim de expandir a empresa para aumentar o reconhecimento na região e o faturamento anual, considera-se a busca por novos serviços a serem ofertados, como a emissão de laudos de insalubridade e aplicação de treinamentos obrigatórios pelas normas regulamentadoras.

## 6. SUGESTÕES

Para a obtenção de uma análise de mercado mais robusta, sugere-se, para futuras pesquisas, a realização de uma investigação mais detalhada sobre a quantidade de empresas que oferecem serviços de Segurança do Trabalho, independentemente do registro no CNAE, assim como uma exploração mais profunda dos serviços por elas fornecidos. Isso permitirá uma análise mais precisa da distribuição geográfica e da variedade de serviços, identificando as lacunas existentes no mercado e quais serviços são mais demandados pelas empresas, mas possivelmente escassos no cenário atual. Como extensão desse esforço, seria benéfico conduzir uma coleta de feedback junto ao público-alvo, utilizando pesquisas ou entrevistas, visando compreender de maneira mais aprofundada as expectativas e necessidades específicas dos potenciais clientes na região de atuação da empresa, fornecendo insights valiosos para aprimorar a oferta de serviços e estratégias de marketing.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adequada Engenharia. **Riscos Ocupacionais**.

Disponível em: <https://adequada.eng.br/riscos-ocupacionais/>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Barazzutti, Lamartine Diniz. Avaliação de Exposição ao Calor em Ambiente de Trabalho. **Safety Job**. Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em:

[https://progep.furg.br/arquivos/ppra/E\\_2008\\_LAUDO\\_CALOR.pdf](https://progep.furg.br/arquivos/ppra/E_2008_LAUDO_CALOR.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.

BRAGA, Eduardo. Projeto de Lei Complementar nº 245 de 2019. **Senado Federal**, Brasil, 2019. Disponível em

<https://legis.senado.leg.br/sdleggetter/documento?dm=8035426&ts=1684858756977&disposit ion=inline>. Acesso em: 04 nov. 2023.

BRASIL. Fundacentro. **Normas de Higiene Ocupacional**. Disponível em:

<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/nhos>. Acesso em: 30 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. **Normas Regulamentadoras (NRs)**. Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-esaude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 19 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. **Perguntas e Respostas sobre Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GR0) e Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) da NR-01**.

Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-dotrabalho/pgr/faq-perguntas-e-respostas-gro-e-pgr-da-nr-01.pdf%2F%40%40download%2Ffile>. Acesso em: 03 nov. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 4.552, de 27 de dezembro de 2002**.

Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4552.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4552.htm). Acesso em: 03 nov. 2023.

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **Norma CNEN NN 3.01: Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**.

Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2023.

Comportamento. **Atuação do Técnico de Segurança do Trabalho: Formação Técnica x Os Desafios da Atuação**. Disponível em:

<https://comportamento.com.br/atuacao-dotecnico-de-seguranca-do-trabalho-formacao-tecnica-x-os-desafios-daatuacao/#:~:text=O%20curioso%20desse%20percurso%2C%20reside,Trabalho%20no%20Brasil%2C%20em%201988..> Acesso em: 04 nov. 2023.

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG). **FAQ - Qual é o piso salarial para os profissionais Engenheiros de Segurança do Trabalho?**

Disponível em: <https://www.crea-mg.org.br/faq/qual-e-o-piso-salarial-para-osprofissionais-engenheiros-de-seguranca-do-trabalho>. Acesso em: 03 nov. 2023.

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul (CREA-RS). **CEEST 19 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil**. Disponível em: <https://www.crea-rs.org.br/site/documentos/CEEST19.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2023.

CROWL, D. A.; LOUVAR, J. F. **Segurança de processos químicos: fundamentos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2015. XXIV, 654 p.

WELLE, D. **1921: Explosão na fábrica da BASF**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/1921-explos%C3%A3o-na-f%C3%A1brica-da-basf/a-320428>. Acesso em: 03 nov. 2023.

FREITAS, C. M., PORTO, M. F. S., and MACHADO, J. M. H., orgs. **Introdução - Questão dos acidentes industriais ampliados**. In: Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/jn8dd/pdf/freitas-9788575415085-03.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

Instituto Argentino del Petróleo y Gas (IAPG). **Hazard and Operability (HAZOP)**. Disponível em: <http://biblioteca.iapg.org.ar/archivosadjuntos/petrotecnica/20032/hazop.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2023.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. Disponível em: INSTRUBRAS, Instrumentos de Medição. Bomba de amostragem de poeira. Disponível em: <https://encurtador.com.br/gDS34>. Acesso em: 02 nov. 2023.

INSTRUBRAS, Instrumentos de Medição. **Item Termômetro de Globo digital com datalogger - IBUTG com certificado de calibração**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/eDY36>. Acesso em: 11 nov. 2023.

INSTRUTHERM. **Dosímetro de Ruído DOS-1000x digital**. 2015. Disponível em: <https://www.instrutherm.com.br/dosimetro-de-ruído-dos-1000x>. Acesso em: 04 nov. 2023.

INSTRUTHERM. **Radiômetro Mod Radalert-100**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/qrvEX>. Acesso em: 02 nov. 2023.

Intertox. **O maior desastre químico da história ainda deixa suas marcas após 30 anos**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/cvxIK>. Acesso em: 02 nov. 2023.

Intesp. **Áreas de atuação do Engenheiro de Segurança do Trabalho**. Faculdade Intesp, 2017. Disponível em: <https://encurtador.com.br/luAQS>. Acesso em: 15 nov. 2023.

Jucemg. **Número de empresas cresce 32,38% em Minas, aponta Jucemg**. Disponível em: <https://jucemg.mg.gov.br/noticia/924/numero-de-empresas-cresce-3238-em-minas-apontajucemg>. Acesso em: 03 nov. 2023.

JUSBRASIL. **História: A Criação da CLT.** Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/noticias/historia-a-criacao-da-clt/100474551>. Acesso em: 18 nov. 2023.

LIMA, Valdiane. Estudo da Aplicação da Metodologia Hazop, Aliada a Gestão de Riscos, em Empresas de Pequeno e Médio Porte, na Indústria de Metal Mecânica. UNIFG. Recife, 2023. Disponível em: [https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/33304/1/Artigo\\_TCC\\_Hazop%20completo.pdf](https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/33304/1/Artigo_TCC_Hazop%20completo.pdf). Acesso em: 18 nov. 2023.

OLIVEIRA, Ana Flávia. **Empresa de segurança do trabalho: saiba escolher a ideal.** BEECORP. Belo Horizonte. 2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ayA36>. Acesso em: 12 out. 2023.

OLIVEIRA, Michel Marcos de. Análise do gerenciamento de riscos de um sistema de caldeira e vaso de pressão - Estudo de caso. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Belo Horizonte, out. 2011. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_138\\_877\\_18237.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_138_877_18237.pdf). Acesso em: 23 nov. 2023.

PMKB. **Artigo sobre Engenharia de Custos e Orçamento: Custos Diretos e Indiretos.** Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/artigo-sobre-engenharia-de-custos-e-orcamento-custos-diretos-e-indiretos/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

Prorad. **Avaliação da Exposição Ocupacional às Radiações.** Disponível em: [https://prorad.com.br/sis/storage/conteudos/216/2102\\_Avaliacao\\_da\\_Exposicao\\_Ocupacional\\_as\\_Radiacoes\\_\\_Artigo.pdf](https://prorad.com.br/sis/storage/conteudos/216/2102_Avaliacao_da_Exposicao_Ocupacional_as_Radiacoes__Artigo.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.

Ruppenthal, Janis Elisa. **Gerenciamento de Riscos.** UFSM - Colégio Técnico Industrial, Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://site.educacao.go.gov.br/files/SESMT/GerenciamentodeRiscosOcupacionais.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

Sindicato dos Petroleiros de São Paulo. **Explosões e naufrágio da plataforma P-36 completam 20 anos.** Disponível em: <https://sindipetrosp.org.br/explosoes-e-naufragio-daplataforma-p-36-completam-20-anos/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

SOARES, Livia Garcia. **Contaminação de Aerodispersóides metálicos na indústria e seu risco na saúde dos trabalhadores.** Orientador: Prof. Dr. Ricardo Amâncio Malagoni. 2017. 50 f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21243/3/ContaminaçãoAerodispersóidesMetálicos.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

SOUZA, Angélica. A indústria química e os acidentes industriais no estado de São Paulo. **VII Congresso brasileiro de geógrafos,** Vitória, 2014. Disponível em: [http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404425452\\_ARQUIVO\\_CBGAngelicaVieiraDeSouzaFernandaCunhaDeCarvalho.pdf](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404425452_ARQUIVO_CBGAngelicaVieiraDeSouzaFernandaCunhaDeCarvalho.pdf). Acesso em: 02 nov. 2023.

SST Online. **Radiação Ionizante: Veja o que você precisa saber.** Disponível em: <https://www.sstonline.com.br/radiacao-ionizante-veja-o-que-voceprecisasaber/#:~:text=Para%20detectar%20a%20quantidade%20de,%2C%20gama%20e%20raiox..> Acesso em: 02 nov. 2023.

SST Online. **Risco Físico Calor: Tudo o que você precisa saber.** Disponível em: <https://www.sstonline.com.br/risco-fisico-calor-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 29 set. 2023.

BRASIL. **A Constituição de 1988 consolidou direitos dos trabalhadores.** Disponível em: <https://encurtador.com.br/tKS56>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRASIL. **História de um acidente de Trabalho.** Disponível em: <https://www.tst.jus.br/documents/10157/3600569/Labor+5.pdf>. Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. LEI Nº 8.213, de 24 de julho de 1991: Dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social e dá outras providências. **Coletânea Seguridade Social.** Minas Gerais, 2014. Disponível em: [https://ftp.medicina.ufmg.br/osat/legislacao/Lei\\_8213\\_MPAS\\_22092014.pdf](https://ftp.medicina.ufmg.br/osat/legislacao/Lei_8213_MPAS_22092014.pdf). Acesso em: 12 nov. 2023.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo – SP: Editora Contexto, 2013.

WENG, Paulo Lee. **Avaliação de Ruídos de uma linha de inspeção em uma indústria metalmeccânica.** Orientadora: Letícia Fleck Fadel. 2023. 27 f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/258931>. Acesso em: 24 nov. 2023.

WANG, Ji. **Fire and Explosion Index calculation method incorporating classified safety measure credits.** Journal of Loss Prevention in the Process Industries. China, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950423013001125> Acesso em: 02 out. 2023.