

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Engenharias - CEng
Curso de Engenharia de Produção



Trabalho de Conclusão de Curso

Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos para Análise de Produção de
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em Laboratório na Cidade do
Capão do Leão - RS

William da Silva Hartwig

Pelotas, 2023

William da Silva Hartwig

Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos para Análise de Produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em Laboratório na Cidade do Capão do Leão - RS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
LUIS ANTONIO DOS SANTOS FRANZ, Dr.

Pelotas, 2023

William da Silva Hartwig

Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos para Análise de Produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em Laboratório na Cidade do Capão do Leão - RS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luis Antônio, dos Santos Franz (Orientador)
Doutor em Engenharia de Produção pela UFRGS (Brasil) e UM (Portugal)

Prof. Dr. Everton Anger Cavalheiro
Doutor em Administração pela UFSM

Prof. Dr. Leonardo Rosa Rohde
Doutor em Administração pela UFRGS

RESUMO

HARTWIG, William da Silva **Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos para Análise de Produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em Laboratório na Cidade do Capão do Leão - RS.** Orientador Luis Antonio dos Santos Franz. 2023 90f.Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

A construção civil apresenta elevado número de acidentes graves, sendo o sexto setor da economia com mais acidentes, dentro deste ramo as atividades ligadas a pavimentação em particular, apresentam diversos riscos à saúde dos trabalhadores, como exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas. Para reduzir esses riscos é necessário a regulamentação das atividades e implementar ações que melhorem a segurança dos trabalhadores. Desta forma, este trabalho elaborou a Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos em um laboratório de análise de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) localizado na cidade do Capão do Leão – RS. A norma regulamentadora 1 (NR-01) sofreu alterações em 2022, tornando obrigatório o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) para empresa que possuem trabalhadores como empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), este programa exige a apresentação de um inventário de riscos e o plano de ação, que neste trabalho foi elaborado seguindo a metodologia apresentada na norma ABNT ISO 31000:2018 e utilizando as ferramentas apresentadas na norma ABNT ISO /IEC 31010: 2012. As ferramentas utilizadas foram: Técnica estrutura SWIFT, Análise Preliminar de Risco/Perigo e Análise de Árvore de Falhas que resultaram no inventário de riscos, que serviu como base para elaboração de dois planos de ação. Com as análises realizadas no trabalho foi possível identificar as principais características dos riscos atuais e a natureza reativa das medidas em uso, expondo a ausência de uma abordagem preventiva.

Palavras-chave: Engenharia do Trabalho, CBUQ, PGR, Gestão de Riscos, Laboratório

ABSTRACT

HARTWIG, William da Silva **Aplicação de Técnicas de Gerenciamento de Riscos para Análise de Produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em Laboratório na Cidade do Capão do Leão - RS**. Advisor professor: Luis Antonio dos Santos Franz. Final Project Undergraduate – Industrial Engineering Undergraduated Course, CEng – Engineering Center, Federal University of Pelotas, Pelotas 2023.

Civil construction has a high number of serious accidents, being the sixth sector of the economy with the most accidents. Within this sector, activities linked to paving in particular, present several risks to workers' health, such as exposure to chemicals and toxic substances. To reduce these risks, it is necessary to regulate activities and implement actions that improve worker safety. In this way, this work elaborated the Application of Risk Management Techniques in a Hot Machined Bituminous Concrete (CBUQ) analysis laboratory located in the city of Capão do Leão – RS. Regulatory standard 1 (NR-01) underwent changes in 2022, making the Risk Management Program (PGR) mandatory for companies that have workers as employees governed by the Consolidation of Labor Laws (CLT), this program requires the presentation of a risk inventory and action plan, which in this work was prepared following the methodology presented in the ABNT ISO 31000:2018 standard and using the tools presented in the ABNT ISO /IEC 31010: 2012 standard. The tools used were: SWIFT structure technique, Analysis Preliminary Risk/Hazard and Fault Tree Analysis that resulted in the risk inventory, which served as the basis for preparing two action plans. With the analyzes carried out in the work, it was possible to identify the main characteristics of current risks and the reactive nature of the measures in use, exposing the absence of a preventive approach.

Keywords: Work Engineering, CBUQ, PGR, Risk Management, Laboratory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Artigos pesquisados no tema CBUQ. Livro: L, Artigo: A.....	16
Figura 2	Produção de CBUQ em usina asfáltica contínua.....	18
Figura 3	Produção de CBUQ em usina asfáltica em estudo.....	19
Figura 4	Classificação dos riscos	21
Figura 5	Diferentes conceitos de gestão de riscos	23
Figura 6	Classificação dos riscos segunda a Portaria nº25/1994.....	24
Figura 7	Alguns agentes e sua casa em uma obra de pavimentação	27
Figura 8	Processo de Gestão de Riscos	29
Figura 9	Ferramentas ABNT ISO 31010:2012.....	32
Figura 10	Classificação das Normas Regulamentadoras	33
Figura 11	Etapas do PGR.....	35
Figura 12	Pesquisa sobre o tema CBUQ	38
Figura 13	Pesquisa sobre o tema riscos ocupacionais em usinas de asfalto	39
Figura 14	Artigos pesquisados no tema de riscos ocupacionais em usinas de asfalto.....	39
Figura 15	Escala de severidade	42
Figura 16	Escala de Probabilidade.....	43
Figura 17	Matriz Probabilidade/Consequência	43
Fonte:	ENIT (2022), pág. 427.....	43
Figura 18	Exemplo de aplicação da ferramenta Árvore de Falha (FTA).....	44
Figura 19	Layout do laboratório.....	47
Figura 20	Sala 1 do laboratório	48
Figura 21	Sala 1 local para confecção de corpo de prova.....	48
Figura 22	Sala 2 do laboratório	49
Figura 23	Bancada de equipamentos de teste da Sala 1	50
Figura 24	CAP	50
Figura 25	Retirada da amostra na usina.....	51
Figura 26	Fluxograma dos processos do laboratório.....	52
Figura 27	What-If para o processo de retirada da amostra na usina.....	53
Figura 28	Avental para soldador, tipo barbeiro CA 16070.....	54
Figura 29	Análise Preliminar de Perigo/Risco	56
Figura 30	Trajeto da Amostra entre a usina e o laboratório.....	59

Figura 31	FTA Atropelamento durante o transporte da amostra	60
Figura 32	FTA Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	62
Figura 33	Aquecimento de CBUQ para moldagem do corpo de prova.....	63
Figura 34	FTA Contato contanto com animal peçonhento.....	65
Figura 35	Ambiente Externo do laboratório.	66
Figura 36	Plano de ação do cenário A	70
Figura 37	Cones com sinalização.....	72
Figura 38	Placa de sinalização de superfície quente	73
Figura 39	Corpos de prova aquecidos.....	74
Figura 40	Corpos de prova aquecidos.....	74
Figura 41	Barreiras físicas.....	75
Figura 42	Perneira protegendo funcionário de cobra	75
Figura 43	Riscos tratados no Cenário B.....	77
Figura 44	Plataforma para Coleta de amostra de CBUQ	78
Figura 45	Localizações dos pontos de coleta de CBUQ	79
Figura 46	Adequação do Layout da Sala 1	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Matriz de Probabilidade/ Consequência	57
----------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEAT.....	Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho
APP.....	Análise Preliminar de Perigos
CAP.....	Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ.....	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
DNIT.....	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER.....	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
EPC.....	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI.....	Equipamentos de Proteção Individual
FTA.....	Análise de árvore de falhas
GRO.....	Gerenciamento dos Riscos Ocupacionais
IEA.....	International Ergonomics Association
ISO.....	International Organization for Standardization
MTb.....	Ministério do Trabalho
NBR.....	Norma Brasileira
NR.....	Norma regulamentadora
OIT.....	Organização Internacional do Trabalho
PGR.....	Programa de Gerenciamento de Riscos
SST.....	Segurança e Saúde no Trabalho
SWIFT.....	Técnica estruturada "E se"

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos.....	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Delimitações da pesquisa	15
2	REVISÃO TEÓRICA.....	16
2.1	Processo de produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) 16	
2.2	Gestão de Riscos	20
2.3	Compreendendo Riscos ocupacionais	24
2.3.1	Prevenção de riscos ocupacionais	27
2.4	Certificações e Normas Voltadas à Gestão de riscos.....	28
2.4.1	ABNT NBR ISO 31000:2018 – Gestão de Riscos Diretrizes	29
2.4.2	ABNT ISO /IEC 31010:2012– Técnicas para o processo de avaliação de riscos	31
2.4.3	Normas regulamentadoras	32
2.4.4	PGR.....	34
2.5	Caminhos típicos no suporte à gestão de riscos sob a ótica legal	35
3	PROPOSTA METODOLÓGICA.....	38
3.1	Desenvolvimento de uma revisão teórica relativo a riscos ocupacionais com foco em atividades industriais relativos a construção e pavimentação	38
3.1.1	Elaboração de PGR.....	40
3.1.2	Elaboração de plano de ação para tratamento de riscos.....	45
3.1.3	Estudo de cenários para propor as melhorias presentes no plano de ações.....	45
4	RESULTADOS	47
4.1.1	Características gerais do local objeto do estudo	47
4.1.2	Processo de fabricação de CBUQ no local objeto do trabalho	49
4.1.3	Aplicação da Técnica estruturada "E se" (SWIFT)	52
4.1.4	Aplicação da Análise Preliminar de Risco/Perigo (APP).....	55
4.1.5	Aplicação da Análise de Árvore de Falhas (FTA)	59
4.1.6	Planos de Ação	68

4.1.7	Plano de ação para o cenário A	68
4.1.8	Plano de ação para o cenário B	76
4.1.9	Algumas ações complementares de ordem geral e observações quanto à sua implementação	81
5	CONCLUSÕES.....	82
	REFERÊNCIAS.....	83
	ANEXO A – Processo da ferramenta técnica estruturada "E se" (SWIFT).....	87
	ANEXO B – Processo da ferramenta de análise de árvore de falhas (FTA)	89

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho (Brasil, 2022), a construção de rodovias está entre as atividades com maior incidência de acidentes de trabalho no país. Entre os anos de 2012 e 2021, foram registrados mais de 35.295 acidentes notificados nesse setor, o que remete a possível existência de lacunas de pesquisa no tocante à gestão de riscos.

Não obstante, a indústria da construção civil, que engloba a pavimentação de estradas, apresenta um elevado índice de acidentes, com grande parte destes sendo classificados como graves. Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) de 2020, publicado pelo Ministério da Economia, o Brasil registrou um total de 403.694 acidentes. Dentre esses, a construção civil contribuiu com 26.342 acidentes, posicionando-se como o sexto setor econômico com maior incidência de ocorrências. (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Algumas características peculiares do ramo da construção civil impactam nos números de acidentes e doenças ocupacionais, sendo que segundo Silva e Bemfica (2015), as obras rodoviárias no Brasil compartilham algumas características comuns aos demais segmentos da construção civil. A título de exemplo, os mesmos autores apontam desafios nesses tipos de obra como salários menores do que outros ramos indústrias, falta de qualificação da mão de obra utilizada, interrupção frequente dos seus processos, mobilização e desmobilização constante de trabalhadores, além de sua natureza itinerante. Essas particularidades podem comprometer a saúde dos trabalhadores e aumentar a probabilidade de acidentes, tornando a necessidade de melhorias nesse setor um de seus principais desafios.

O ramo pavimentação, mais especificamente, apresenta diversos riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, sobretudo em relação à exposição a produtos químicos e substâncias tóxicas. Segundo já apontava mais de duas décadas o Ministério da Saúde (1999), os riscos mais comuns nesta atividade incluem exposição a poeiras, fumos e gases, contato com substâncias químicas e líquidos inflamáveis, ruídos excessivos, vibrações e altas temperaturas. Como apresentado por (RIBAS, 2012), mais recentemente, os riscos mais comuns que são aqueles referentes a gases

e vapores, que podem afetar outras partes do corpo além do sistema respiratório, sendo que grande parte deste são comprovadamente cancerígenos, reconhecidos até mesmo pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Para haver a diminuição dos riscos e a posterior diminuição dos acidentes e doenças se faz necessário regulamentação das atividades, buscando ações que melhorem os aspectos referentes a segurança dos trabalhadores, assim como aponta a Constituição Federal Brasileira, artigo 7º, inciso XXII que define que a segurança e a proteção do trabalhador são direitos fundamentais, tendo o empregador como obrigação reduzir os “riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança” (BRASIL, 1990)

A Segurança e Saúde no Trabalho (SST) é regulamentada principalmente pela Lei nº 6.514 de 1977, que estabelece as bases legais para a criação das Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho sendo elas os documentos técnicos que estabelecem os requisitos mínimos de SST, visando proteger a integridade física e mental dos trabalhadores. (Peinado, 2019)

Dentre as 38 normas regulamentadoras vigentes atualmente, cabe destacar a NR-01, que estabelece as disposições gerais sobre saúde e segurança do trabalho (BRASILa, 2023), e que passou por profundas mudanças e passou a vigorar a partir de 3 de janeiro de 2022. Uma dessas mudanças refere-se ao Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que se tornou obrigatório para os empregadores que mantenham trabalhadores como empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). O PGR é quem materializa o Gerenciamento dos Riscos Ocupacionais (GRO) da organização, sendo importante que as empresas e instituições se preparem para implementar o PGR e cumprir as obrigações estabelecidas pela NR-01. (BRASIL, 2023c)

Tendo em conta o exposto, este trabalho apresenta como tema o desenvolvimento de Aplicação de Técnicas de gerenciamento de risco para as atividades de análise da produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) em um laboratório localizado na cidade do Capão do Leão – RS.

1.1 **Objetivos**

1.1.1 **Objetivo Geral**

Propor a aplicação de técnicas de gerenciamento de risco das atividades de análise da produção de CBUQ em um laboratório localizado na cidade de Capão do Leão – RS.

1.1.2 **Objetivos Específicos**

- a) Desenvolver uma revisão da literatura considerando os riscos das atividades ligadas a análise de produtos asfálticos;
- b) Realizar o estudo das atividades que são desenvolvidas no laboratório;
- c) Fazer o levantamento e análise dos riscos da atividade;
- d) Elaborar plano de ação considerando para propor cenários para implantação destas ações.

1.2 **Justificativa**

O setor de pavimentação tem grande potencial de crescimento, sendo que o Brasil possuía já em 2019 ao total 1.720.700 Km de malha rodoviária, sendo que daquelas que são pavimentadas 52,2% apresentam problemas de pavimento conforme apontado no 6º anuário CNT do transporte (CNT,2021). No âmbito do estado do Rio Grande do Sul o cenário não é diferente, sendo que conforme expõe Oliveira e Maso (2017), a estrutura das rodovias do estado é um dos principais gargalos econômicos, sendo necessário além de sua conservação a ampliação da estrutura presente atualmente.

Com efeito, a área de pavimentação tem um grande potencial de crescimento, uma vez que a infraestrutura rodoviária precisa ser constantemente renovada e ampliada. No entanto, é importante ressaltar que os riscos à saúde dos trabalhadores deste setor que tem suas esfericidades, como interferência no fluxo do tráfego, operação de máquinas pesadas, inalação de substâncias tóxicas, devem ser considerados, conforme mencionado por Costella, et al. (2012)

Portanto, é crucial que as empresas de pavimentação adotem medidas eficazes de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, como a realização de

treinamentos, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), e monitoramento constante das condições de trabalho (Leite Junior, 2021). A prevenção de acidentes e doenças ocupacionais não só protege a saúde e a segurança dos trabalhadores, mas também reduz custos e aumenta a produtividade das empresas.

Neste trabalho, além dos riscos tipicamente atrelados ao setor da produção de CBUQ, também estão presentes os riscos presentes nos laboratórios onde pode haver uma grande variedade e graus de risco, decorrente à presença de diversas substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis e outras que podem representar riscos significativos à saúde dos trabalhadores, além do uso de máquinas, ferramentas e aparelhos que também podem ser perigosos Rangel, et al. (2014).

A elaboração do PGR no laboratório em estudo é uma medida importante para garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos no processo, além de atender às exigências da NR-01. No entanto, de acordo com Leite Junior (2021), há uma escassez de material bibliográfico disponível sobre a questão dos riscos em empresas do ramo, o que torna o presente estudo não apenas relevante para a avaliação do cenário em questão, mas também para futuros trabalhos ligados às atividades relacionadas à produção de CBUQ.

1.3 Delimitações da pesquisa

O estudo se limita à proposta a aplicação de técnicas de em um laboratório de análises de uma usina de asfalto, localizada na cidade do Capão do Leão-RS, sendo realizado o inventário de riscos e o plano de ação.

Para o estudo será utilizado como principal documento norteador a norma ABNT NBR ISO 31010:2018, onde foram consultadas principalmente as ferramentas para identificação, análise e avaliação dos riscos e posteriormente realizado a criação de cenários para implementação do plano de ação.

2 REVISÃO TEÓRICA

Neste tópico foi realizada revisão teórica para a compreensão dos assuntos abordados no estudo deste trabalho, foi realizada uma análise relativa primeiramente a produção de CBUQ, e posteriormente direcionou-se o foco para a gestão de riscos e suas normas correlatas. Além disso, foram analisadas normas relevantes no quesito da gestão de riscos, bem como as normas regulamentadoras (NR), em especial a Norma Regulamentadora NR-01, que engloba o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR).

2.1 Processo de produção de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

A presente seção está amparada pelas referências constantes no quadro apresentado na Figura 1. O procedimento para obtenção do referido quadro é exposto na seção 3.1, do Capítulo 3, que trata da Proposta Metodológica.

Tipo	Título	Autores	Ano
A	Análise Comparativa de Custos Entre Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) e Tratamento Superficial Duplo (TSD)	Veggi et al.	2014
A	Revisão da literatura sobre a fabricação de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente)	Fonseca et al.	2021
A	Analysis of the new concept of asphalt mass of bituminous concrete machined to the hot with cold storage - CBUQ	Salles et al.	2018
A	análise de viabilidade econômica e ambiental do asfalto-borracha em relação aos pavimentos do tipo TSD e CBUQ	Carvalho et al.	2020
A	análise da viabilidade técnico-econômica de implantação de reciclagem de pneus para produção de CBUQ em Tucuruí (PA)	Mousinho et al.	2020
A	Estudos laboratoriais para determinação do comportamento da vida de fadiga de misturas asfálticas rejuvenescidas	Silva et al.	2020
A	Análise do Desempenho de Concreto Betuminoso Usinado à Quente com Adição de Rejeito da Mineração do Cobre Segundo os Parâmetros Marshall	Souza et al	2015
L	Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros	Bernucci et al	2006
L	Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros	Bernucci et al	2008
L	Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros	Bernucci et al	2010
L	Agregados para a Construção Civil	Serna et al	2013
L	Manual de técnicas de pavimentação	Senço	2007

Figura 1 Artigos pesquisados no tema CBUQ. Livro: L, Artigo: A.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Segunda a Figura 1, é possível constatar que o levantamento das referências que sustentam esta seção da revisão teórica resultou em 7 artigos. Além dos artigos foram consultados livros da área de pavimentação, bem como as normas referentes à produção de CBUQ em usinas de asfálticas.

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é uma mistura de agregados graduados, material de enchimento (fíler) e ligante betuminoso, produzido em usina de fabricação de asfalto a uma temperatura adequada. O ligante betuminoso utilizado no CBUQ provém do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), que é um produto obtido a partir da destilação do petróleo. (FONSECA et al. 2019). Este tipo de mistura usinada é um dos tipos mais empregados no Brasil. (BERNUCCI et al., 2006), devido ao fato de ser um material de alta qualidade e resistência mecânica e amplamente utilizado em diversas locais para pavimentação como rodovias e aeroportos.

Para obtenção de um produto com a qualidade desejada, conforme aponta Senço (2007), é necessário uma série de condições a serem obedecidas em sua produção. Sendo assim, como cita a norma brasileira A DNIT 031/2006 - ES (2006), sua produção em usinas deve respeitar características específicas, de acordo com especificações rígidas de produção. Para isso, o material deve ser testado em laboratórios especializados em testar e garantir suas propriedades físicas e mecânicas, como resistência à compressão, à tração, à flexão e ao desgaste.

Uma das partes que compõe o CBUQ consiste de um composto de agregados, que podem ser tanto de origem natural, quanto artificial. Os naturais são os que se encontram de forma particulada na natureza, podendo ser areia, cascalho ou pedregulho, já os artificiais são aqueles produzidos por processos industriais, podendo citar aqui: pedras britadas, areias artificiais, escórias de alto-forno e argilas expandidas, entre outros (REZENDE e SERNA, 2013). Os agregados ainda podem ser subdivididos em três classes, conforme a Norma DNIT 031/2006 – ES (2006):

- a) Agregado graúdo: pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado em especificações complementares;
- b) Agregado miúdo: pode ser feito de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado em especificações complementares. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

Uma segunda parte que compõe o CBUQ é o Material de Enchimento, também denominado *filer*, e que ocorre nos casos quando da aplicação deve estar seca e isenta de grumos, e deve ser constituída por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, de acordo com a Norma DNER. Outra parte constituinte do CBUQ é o Cimento Asfáltico de Petróleo, comumente reconhecido pela sigla CAP, e que consiste em um ligante betuminoso, produzido a partir da destilação do petróleo. Esse material é reconhecido por ser um adesivo termoviscoplastico, impermeável à água e pouco reativo. No entanto, conforme destaca Bernucci (2010), é importante ressaltar que o asfalto pode sofrer um processo de envelhecimento por oxidação lenta pelo contato com o ar e a água.

O processo de produção do CBUQ possui suas peculiaridades que segundo Bernucci (2008) envolvem misturas asfálticas a quente envolve várias etapas, as quais são apresentadas a seguir e apresentadas de forma simplificada na Figura 1:

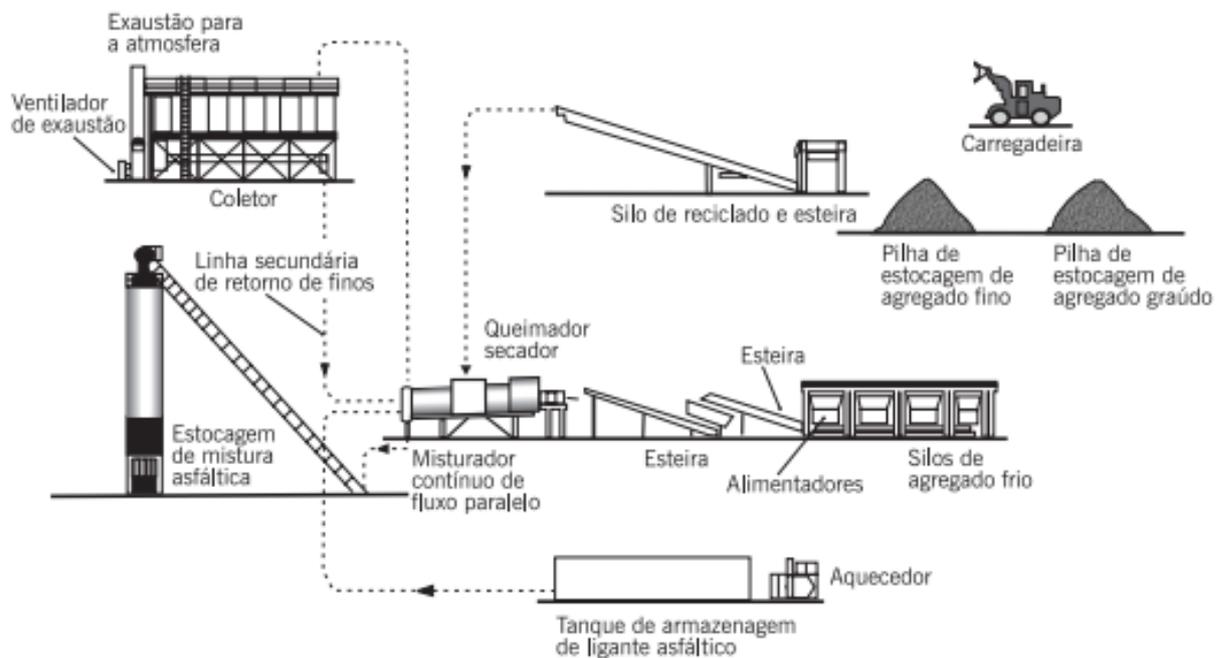


Figura 2 Produção de CBUQ em usina asfáltica contínua.
Fonte: Bernucci (2008), pág. 375

O processo apresentado na Figura 2 pode ser mais bem detalhado conforme exposto a seguir:

1. Estocagem e manuseio dos materiais componentes do CBUQ: Os materiais necessários para a produção de misturas asfálticas são armazenados na área da usina;

2. Proporcionamento e alimentação do agregado frio no secador: O agregado que inicialmente está frio é alimentado no secador;
3. Secagem e aquecimento do agregado: O agregado é seco e aquecido, com o objetivo de remover a umidade e atingir a temperatura adequada para a mistura com o CAP;
4. Controle e coleta de pó: Durante o processo de secagem, é necessário controlar a emissão de poeira e coletá-la para evitar a poluição ambiental;
5. Proporcionamento, alimentação e mistura do ligante asfáltico: O ligante asfáltico é aquecido e misturado ao agregado aquecido para formar a mistura asfáltica; e,
6. Estocagem, distribuição, pesagem e manuseio das misturas asfálticas produzidas: As misturas asfálticas produzidas são estocadas em silos e distribuídas para as obras, sendo pesadas e manuseadas de maneira adequada para garantir a qualidade do produto final.

A imagem apresentada na Figura 3 demonstra a usina de produção de CBUQ de onde é oriundo o material analisado no laboratório, que utiliza o processo apresentado na Figura 1.



Figura 3 Produção de CBUQ em usina asfáltica em estudo
Fonte: Registro feito pelo Autor

Percebe-se, portanto que os processos de Produção de CBUQ possuem suas especificidades, as quais podem eventualmente oferecer riscos e que, por isso, instigam a discussão sobre este tema.

2.2 Gestão de Riscos

Risco consiste em um conceito virtualmente presente em todos os aspectos da vida e história humana. Pode-se dizer que os princípios do risco estão presentes cada desafio transposto até que pudéssemos chegar aos dias atuais. Em termos de delimitação conceitual e científica, contudo, seu estudo e aplicações datam de uma história relativamente recente, encontrando utilidade em vários meios e com diversas vertentes (BERNSTEIN, 1997).

Uma das áreas em que a aplicações de estudos envolvendo o conceito de risco é especialmente importante refere-se ao campo do trabalho e suas áreas correlatas. Contudo, um conceito, pelo menos nessa área, que antecede à compreensão dos riscos, refere-se ao Perigo.

Segundo a ISO 45001 (2018), o Perigo consiste em toda a fonte com potencial para causar lesões e problemas de saúde. Portanto, o perigo consiste algo inerente a uma situação ou sistema, carregando em si uma severidade, independente da probabilidade de sua ocorrência. A agregação do conceito de probabilidade de ocorrência junto à severidade, culmina no conceito de risco, o qual também é definido por algumas normas.

Conforme a norma ABNT NBR ISO 31000: 2018, por exemplo, tem-se que:

“Risco

Efeito da incerteza nos objetivos

NOTA 1 Um efeito é um desvio em relação ao esperado – positivo e/ou negativo.

NOTA 2 Os objetivos podem ter diferentes aspectos (tais como metas financeiras, de saúde e segurança e ambientais) e podem aplicar-se em diferentes níveis (tais como estratégico, em toda a organização, de projeto, de produto e de processo).

NOTA 3 O risco é muitas vezes caracterizado pela referência aos eventos (potenciais e às consequências, ou uma combinação destes).

NOTA 4 O risco é muitas vezes expresso em termos de uma combinação de consequências de um evento (incluindo mudanças nas circunstâncias) e a probabilidade de ocorrência associada.

NOTA 5 A incerteza é o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade. (ABNT 2009, pág. 1)

Como cita Galante (2015), A aplicação adequada das ferramentas de análise de risco exige a compreensão das diferenças conceituais entre risco e perigo. Nesse sentido, é importante compreender que o risco representa “o potencial de ocorrência de consequências indesejáveis decorrentes da realização de uma atividade”, enquanto o perigo “se refere à propriedade ou condição inerente a uma substância ou atividade que pode causar danos às pessoas, propriedades ou meio ambiente”.

Um exemplo desta diferença é citado por Serrano (2009), uma inundação é um perigo. No entanto, construir uma casa no leito de um rio expõe uma pessoa a um risco. Da mesma forma, um furacão é um perigo natural, mas aqueles que contribuem para o aquecimento global estão colocando a si mesmos e a todos em risco.

Cabe citar aqui também uma peculiaridade da associação entre o perigo e do risco no âmbito do campo do trabalho, onde uma manifestação do perigo se desdobrará sempre em uma condição de perda, o seja, uma condição envolvendo riscos puros. Em outras áreas de conhecimento ou situações, é possível considerar as chances de ganho, tratadas conceitualmente como riscos especulativos. Portanto, conforme demonstra Ruppenthal (2013), os riscos podem ser divididos em dois tipos: riscos especulativos (ou dinâmicos), que envolvem possibilidades de ganho ou perda, e riscos puros (ou estáticos), que envolvem somente possibilidades de perda, sem possibilidade de ganho ou lucro.

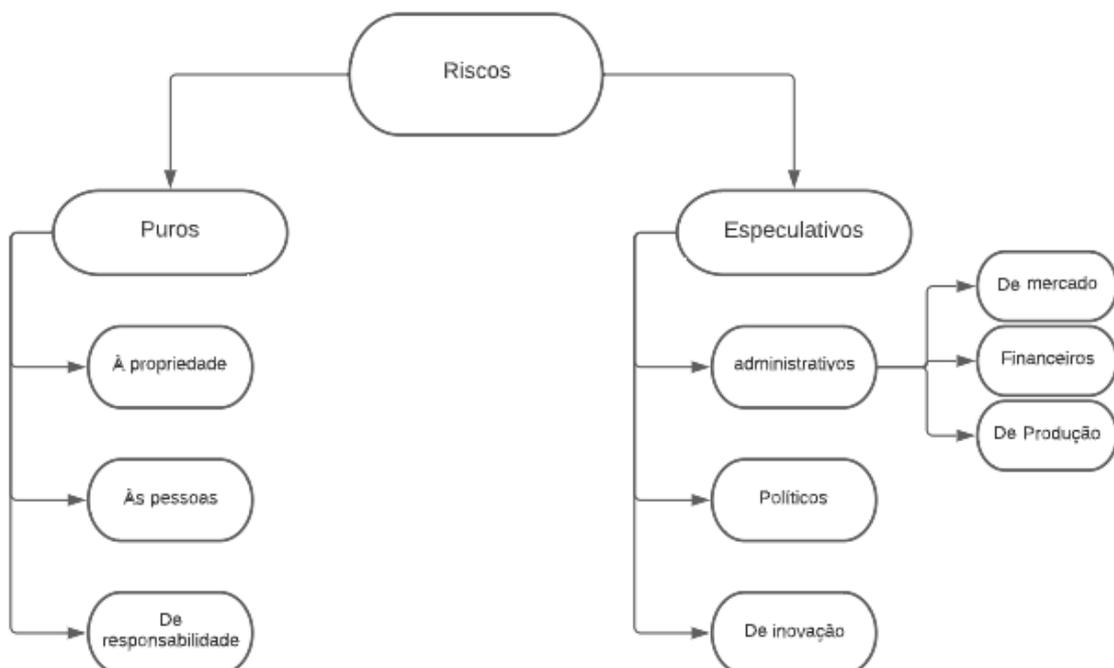


Figura 4 Classificação dos riscos

Fonte: adaptado de De Cicco e Fantazzini, (2003)

Conforme De Cicco e Fantazzini (2016), um exemplo clássico que ilustra a distinção entre esses dois tipos de riscos é o de um proprietário de um veículo, cujo risco puro associado é a possibilidade de perda decorrente de uma colisão. Caso ocorra um acidente, o proprietário sofrerá, no mínimo, uma perda financeira (risco especulativo). Entretanto, se não houver nenhuma colisão, o proprietário não obterá nenhum ganho.

Os riscos puros são definidos como aqueles que resultam em prejuízo para a empresa (ambientais, tecnológicos ou financeiros), são classificados em: em riscos à propriedade, às pessoas e materiais e de responsabilidade.

Conforme Ruppenthal (2013) os classificados como riscos à propriedade são oriundos de incêndios, explosões, roubo, sabotagem, acidentes naturais e danos a bens em geral, enquanto o risco às pessoas e materiais são aqueles ligados a doenças ocupacionais ou acidentes do trabalho, que resultem em invalidez ou morte de trabalhadores. E os riscos de responsabilidade estão ligados a perdas que possuem origem pagamentos de indenizações, responsabilidade ambiental entre outros que estão ligados a qualidade e segurança dos produtos e serviços ofertados.

Os riscos especulativos, por sua vez são aqueles em que se distingue dos demais pelo fato de possuir um componente, existe a possibilidade de ganho, que não existe nos riscos puros, podemos citar como exemplo, aplicações em mercados financeiros onde poder haver ganho ou perda do capital investido. (Ruppenthal, 2013)

Os riscos especulativos possuem três categorias: administrativo, políticos e de inovação. Como cita Cicco et al., (2003) os administrativos ainda possuem mais três divisões, conforme demonstra a Figura 3. Basicamente estes tipos de risco estão associados as decisões gerencias de tomada de decisão do empreendimento.

Os riscos políticos derivam de leis, decretos, resoluções etc. que proveem dos órgãos responsáveis pela sua emissão, enquanto os riscos de inovação que estão atrelados a introdução de novos produtos e serviços no mercado consumidor.

Segundo a ABNT NBR ISO 31000:2018, quando se realizam atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos, tem-se efetivamente a Gestão de Riscos. Este conceito, contudo, pode ser encontrado ainda com outras definições, sendo algumas delas apresentadas na Figura 4:

Entidade	Definição
ISO	Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos.
COSO ERM	Processo conduzido em uma organização pelo conselho de administração, pela diretoria executiva e pelos demais funcionários, aplicado ao estabelecimento de estratégias, formuladas para identificar, em toda a organização, eventos em potencial capazes de afetá-la e administrar os riscos de modo a mantê-los compatíveis com o apetite de risco da organização e possibilitar a garantia razoável do cumprimento dos seus objetivos da entidade.
COSO GRC	Cultura, recursos e práticas que as organizações integram com a estratégia definida e executada, com o objetivo de gerenciar os riscos para a geração e preservação de valor.
OGC	Processo de identificação e controle de exposição da organização ao risco. O processo deve ser aplicado de forma consistente em todas as unidades da organização (inclusive parceiros, se necessário) e deve ser custo-efetiva e apropriada aos riscos que estão sendo geridos.
IBGC	Sistema intrínseco ao planejamento estratégico de negócios, composto por processos contínuos e estruturados – desenhados para identificar e responder eventos que possam afetar os objetivos da organização – e por uma estrutura de governança corporativa – responsável por manter esse sistema vivo e em funcionamento.
TCU	Conjunto de atividades coordenadas para identificar, analisar, avaliar, tratar e monitorar riscos. É o processo que visa conferir razoável segurança quanto ao alcance dos objetivos.

Figura 5 Diferentes conceitos de gestão de riscos
 Fonte: adaptado de (ENAP, 2019, pag. 99-100)

Conforme o Manual de gestão de riscos do Tribunal de contas da união (TCU, 2020) cita, as organizações buscam elevar a probabilidade de alcançar seus objetivos por meio da gestão de riscos, a qual envolve um conjunto de atividades coordenadas para identificar, analisar, avaliar, tratar e monitorar os riscos. A gestão de riscos pode ser realizada de diferentes maneiras, desde abordagens informais até abordagens altamente estruturadas e sistematizadas, dependendo do porte e da complexidade das operações da organização.

Dentre as possibilidades de aplicação, aquela voltada para o âmbito dos riscos ocupacionais se torna especialmente relevante no contexto do tema deste trabalho. Portanto, se faz necessário discuti-la.

2.3 Compreendendo Riscos ocupacionais

De acordo com a ISO 45001:2018, o risco ocupacional é definido como o potencial de lesões, doenças ou outros tipos de danos à saúde que podem ocorrer no ambiente de trabalho (ABNT, 2018).

A norma regulamentadora NR-01 (BRASILc, 2023), por sua vez, caracteriza como risco ocupacional:

“Combinação da probabilidade de ocorrer lesão ou agravo à saúde causados por um evento perigoso, exposição a agente nocivo ou exigência da atividade de trabalho e da severidade dessa lesão ou agravo à saúde.” (Brasil, 2023, p.13)

No âmbito das normas brasileiras, o Ministério do Trabalho e Previdência, por meio da Norma regulamentadora 9 (NR-09) (BRASIL, 2023) e da Portaria no 25/1994 (BRASIL, 2023), classifica os riscos ocupacionais em cinco tipos: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentais. Na Figura 5 são apresentados os grupos de risco de acordo com sua natureza e a padronização das cores correspondentes.

GRUPO 1 VERDE	GRUPO 2 VERMELHO	GRUPO 3 MARROM	GRUPO 4 AMARELO	GRUPO 5 AZUL
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos de Ergonômicos	Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Figura 6 Classificação dos riscos segunda a Portaria nº25/1994

Fonte: Brasil, 1994

A NR-09 (BRASIL, 2023), norma regulamentadora que trata da prevenção de riscos ambientais, define como riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos presentes nos ambientes de trabalho que, em razão de sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição, que podem afetar negativamente a saúde dos trabalhadores. Esses agentes são definidos pela referida norma como:

“9.1.5.1. Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.

9.1.5.2. Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

9.1.5.3. Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros atores.” (BRASIL, 2023, p.02)

Para definição dos riscos de origem em fatores ergonômicos, se faz necessário primeiramente compreender a ergonomia. Como explica Vidal (2011), a ergonomia tem como objetivo adaptar o trabalho, os ambientes e os postos de trabalho às necessidades do ser humano. O propósito ao utilizar seus princípios, é modificar o processo de trabalho para adequar a atividade às características, habilidades e limitações dos trabalhadores, buscando alcançar um desempenho eficiente, confortável e seguro.

Formalmente, a International Ergonomics Association (IEA, 2000) define ergonomia como:

“Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem-estar humano e a performance global dos sistemas.” (IEA, 2000)

Considera-se que há três domínios de abrangência na ergonomia, sendo eles o Domínio Físico, o Domínio Cognitivo e o Domínio Organizacional. O estabelecimento dos domínios é importante no momento em que permite compreender em que frentes estão, por exemplo, sendo identificados riscos com

origem em fatores ergonômicos. Estes três domínios são formalmente definidos pela IEA conforme segue:

“Domínio da Ergonomia Física: no que concerne as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde.

Domínio da Ergonomia Cognitiva: - no que concerne aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem carga mental de trabalho, tomada de decisão, performance especializada, interação homem-computador, stress e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

Domínio da Ergonomia Organizacional: no que concerne a otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (CRM - domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, ergonomia comunitária e trabalho cooperativo novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.” (IEA, 2023)

Em um estudo realizado por Do Monte et al., (2020), onde foi realizado a identificação dos riscos ocupacionais de operários na pavimentação asfáltica foi verificado que os riscos ligados à ergonomia decorrem de transtornos biomecânicos causados por posturas inadequadas durante a execução do trabalho. Isso pode incluir o trabalho estático, no qual o trabalhador permanece em uma mesma posição, como em pé, fatigando um grupo muscular específico, como os membros inferiores, por um longo período de tempo. Essa situação pode resultar no aumento da frequência cardíaca e pressão arterial. Este tipo de situação, por exemplo, se enquadra bem no âmbito do Domínio Físico da ergonomia.

Os riscos de acidentes ou mecânicos, também presentes na Figura 6, ocorrem imediatamente após o contato entre o agente e o trabalhador, sendo relativamente fácil identificar o nexos causal entre a causa e o efeito. Na Tabela I do Anexo à Portaria nº 2560 (BRASIL, 1994), estão descritos esses riscos, tais como: arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas e defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, entre outros fatores que contribuam para ocorrência de acidentes.

De fato, segundo Leite Junior (2021), o setor da pavimentação pode possuir diversos dos riscos ocupacionais citados acima, dado que a presença de diversos riscos, sejam eles químicos ou ambientais, e que são notoriamente prejudiciais à saúde humana. Do Monte et al., (2020) também apresenta alguns agentes de risco e causas, com base no estudo em uma obra de pavimentação (ver Figura 7):

Grupo de riscos	Agentes	Causa
Físicos	Ruídos, vibrações, calor e umidade	Trabalho a céu aberto, incidência solar, ruído proveniente do processo produtivo e de fundo, e os equipamentos, compactador e marteleiro pneumáticos e fresa manual.
Químicos	Poeiras, fumos, gases, vapores e substâncias químicas.	Poeira e as provenientes do fumo de asfalto (metano, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio).
Ergonômicos	Esforço físico intenso com o levantamento e transporte manual de peso, que obriga a posturas inadequadas, bem como a monotonia e a repetitividade.	Picaretas, pás e vassouras.
Mecânicos	Esforço físico intenso com o levantamento e transporte manual de peso, que obriga a posturas inadequadas, bem como a monotonia e a repetitividade.	Tráfego de veículos, movimentação do maquinário, utilização de equipamentos pontiagudos, proximidade com fluxo de veículos.

Figura 7 Alguns agentes e sua causa em uma obra de pavimentação
Fonte: Do Monte et al., (2020)

O setor da pavimentação asfáltica é um ambiente de trabalho que apresenta diversos riscos ocupacionais aos seus trabalhadores, devido às atividades desempenhadas e aos processos produtivos envolvidos. Dessa forma, é essencial adotar práticas de segurança no trabalho que visem eliminar ou mitigar esses riscos, com o objetivo de promover a saúde e a segurança dos trabalhadores envolvidos.

2.3.1 **Prevenção de riscos ocupacionais**

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) registra que mais de 7.600 indivíduos perdem suas vidas diariamente em decorrência de acidentes ou enfermidades relacionadas ao ambiente de trabalho. Para reduzir esse número alarmante, um comitê formado por especialistas em saúde e segurança ocupacional

da International Organization for Standardization (ISO está desenvolvendo um padrão internacional capaz de prevenir até três milhões de mortes anuais. (ISO, 2020)

Entre 2012 e 2022, o Brasil registrou um total de 6.774.543 acidentes de trabalho, resultando em 25.492 mortes de trabalhadores. Além disso, o INSS estima ter pago um total de R\$136.741.183.393 em benefícios decorrentes desses acidentes. (Brasil, 2023), estes dados mostram a importância da prevenção dos acidentes e doenças oriundas das atividades laborais dos trabalhadores.

Conforme cita Leite Junior (2021), destaca a importância do uso de equipamentos de proteção respiratória, óculos e proteção corporal durante a realização de atividades relacionadas à pavimentação. Isso se deve ao fato de que os diversos riscos químicos e ambientais presentes no ambiente de trabalho podem causar danos significativos à saúde humana, o mesmo autor também cita a necessidade de exames clínicos e laboratoriais, já que os trabalhadores dessa área têm uma probabilidade maior de desenvolver câncer.

Em relação aos equipamentos de proteção, a norma regulamentadora 06 (NR-06), tem como objetivo estabelecer requisitos para a aprovação, comercialização, fornecimento e utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). O EPI é um produto ou dispositivo utilizado individualmente pelos trabalhadores, concebido e fabricado com o propósito de oferecer proteção contra os riscos ocupacionais presentes no ambiente de trabalho.

No trabalho de Do Monte et al., (2020), é citada a recomendação de utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPC), como sinalização vertical, proteção de partes móveis expostas em máquinas e equipamentos para a prevenção de acidentes relativos a acidentes de origem em riscos mecânicos.

2.4 **Certificações e Normas Voltadas à Gestão de riscos**

A Gestão de Riscos, por sua importância hoje, é tratada em certificações e normas, tanto em termos de alcance global quanto internamente em cada país. No contexto do Brasil, duas certificações são recorrentemente consideradas em termos de gestão de riscos, sendo elas ABNT NBR ISO 31000:2018 e a ABNT ISO/IEC 31010. O Brasil ainda possui as normas regulamentadoras, que tem em seus princípios estreita associação com os caminhos para a adequada gestão de riscos. Essas certificações e normas são abrangidas nas próximas seções.

2.4.1 ABNT NBR ISO 31000:2018 – Gestão de Riscos Diretrizes

A norma ABNT NBR ISO 31000:2018 tem como objetivo fornecer as orientações voltadas ao gerenciamento de riscos enfrentados pelas organizações. As diretrizes apresentadas neste documento são facilmente adaptáveis a qualquer contexto empresarial, pois tratam-se de uma abordagem ampla e não específica para nenhum setor ou indústria em particular. Além disso, podem ser aplicadas ao longo de toda a vida da organização e em todas as atividades, incluindo a tomada de decisões em todos os níveis. (ABNT, 2018).

Segundo a norma, o processo de gestão de riscos envolve a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas que contemplam as atividades de comunicação, consulta, estabelecimento do contexto, avaliação, tratamento, monitoramento, análise crítica, registro e relato dos riscos, conforme a figura abaixo:

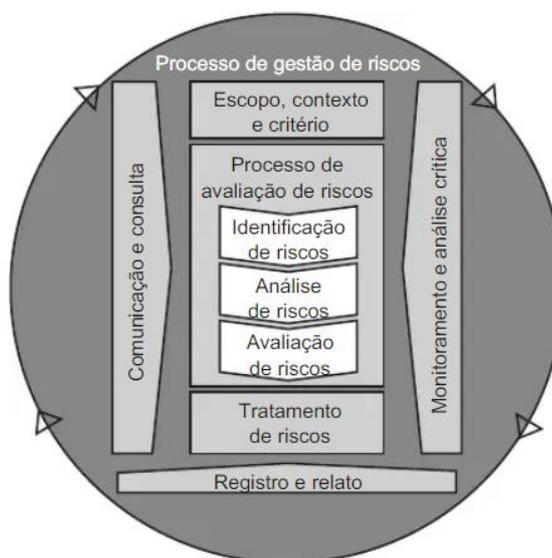


Figura 8 Processo de Gestão de Riscos
Fonte: ABNT NBR ISO 31000:2018

Os passos do processo de gestão de riscos estão listados abaixo, conforme descrito na norma ABNT ISO 31000:2018.

Comunicação e consulta: O objetivo da comunicação e consulta é auxiliar as partes interessadas relevantes a entenderem o risco, a fundamentação para a tomada de decisões e as razões pelas quais ações específicas são necessárias.

Escopo, contexto e critérios: Para garantir que a gestão de riscos seja aplicada de forma eficiente e eficaz, e devido ao processo de gestão de riscos poder ser aplicado em diferentes níveis organizacionais, como estratégico, operacional, programas, projetos ou outras atividades, é importante definir claramente o escopo em consideração, os objetivos relevantes a serem considerados e o alinhamento desses objetivos aos objetivos gerais da organização.

Processo de avaliação de riscos: O processo de avaliação de riscos envolve a identificação, análise e avaliação dos riscos. Este processo deve ser conduzido de forma sistemática, iterativa e colaborativa, levando em conta o conhecimento e os pontos de vista das partes interessadas.

- Identificação de riscos: O objetivo da identificação de riscos é identificar, reconhecer e descrever os riscos que podem impactar positiva ou negativamente a capacidade da organização em alcançar seus objetivos. É crucial ter informações relevantes, apropriadas e atualizadas para identificar os riscos de maneira efetiva.
- Análise de riscos: O propósito da análise de riscos é compreender a natureza do risco e suas características, incluindo a consideração detalhada de incertezas, fontes de risco, consequências, probabilidade, eventos, cenários, controles e sua eficácia. Um evento pode ter múltiplas causas e consequências e pode afetar múltiplos objetivos. O resultado da análise de riscos é o entendimento do nível de risco.
- A avaliação de riscos tem como propósito principal auxiliar na tomada de decisão. Nessa etapa, é feita a comparação dos resultados obtidos na análise de riscos com os critérios de risco previamente estabelecidos, para determinar quais ações adicionais são necessárias para gerenciar os riscos identificados

Tratamento de riscos: “O propósito do tratamento de riscos é selecionar e implementar opções para abordar riscos”. Para a seleção das opções mais apropriadas de tratamento de riscos, é necessário encontrar um equilíbrio entre os benefícios potenciais que podem ser alcançados e o alcance dos objetivos, em relação aos custos, esforços ou desvantagens envolvidas na implementação.

Registro e relato: É recomendado que o processo seja documentado e relatado por meio de mecanismos apropriados, com objetivo de uma comunicação clara e eficaz das atividades e resultados de gestão de riscos em toda a organização.

Monitoramento e análise crítica: O objetivo do monitoramento e análise crítica é garantir e aprimorar a qualidade e eficácia do processo, desde sua concepção até seus resultados. É recomendável que o monitoramento contínuo e a análise crítica periódica do processo de gestão de riscos e seus resultados sejam parte integrante e planejada, com responsabilidades definidas. (Brasil, 2018)

2.4.2 **ABNT ISO /IEC 31010:2012– Técnicas para o processo de avaliação de riscos**

A norma ABNT ISO/IEC 31010:2012 oferece suporte à norma ABNT NBR ISO 31000:2018 e apresenta diretrizes para a escolha e aplicação de técnicas sistemáticas no processo de avaliação de riscos. Ao seguir as orientações desta norma durante a avaliação de riscos, é possível contribuir para outras atividades relacionadas à gestão de riscos. O texto introduz uma série de técnicas, com referências específicas a outras normas onde esses conceitos e técnicas são descritos de forma mais detalhada. Vale ressaltar que esta Norma não tem como objetivo a certificação, regulamentação ou uso contratual. (Brasil, 2012)

Conforme a norma o processo de avaliação de riscos pode ser conduzido em diferentes níveis de profundidade e detalhamento, utilizando um ou mais métodos que variam de simples a complexos. É importante garantir que a forma de avaliação e seus resultados estejam em conformidade com os critérios de risco estabelecidos durante a definição do contexto.

No quadro da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão as ferramentas referente a cada etapa do processo de avaliação de riscos, sendo que cada ferramenta está classificada como fortemente aplicável, aplicável, ou não aplicável. (Brasil, 2012)

Ferramentas	Identificação	Análise do Risco			Avaliação
		Consequência	Probabilidade	Nível de riscos	
Avaliação de risco ambiental	FA	FA	FA	FA	FA
Técnica estruturada "E se" (SWIFT)	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos de falha e efeito	FA	FA	FA	FA	FA
Manutenção centrada em confiabilidade	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Matriz de probabilidade / consequência	FA	FA	FA	FA	A
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	FA	FA	NA	NA	FA

Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
índices de risco	A	FA	FA	A	FA
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP)	FA	FA	A	A	A
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A
Análise de causa e consequência	A	FA	FA	A	A
Análise de causa e efeito	FA	FA	NA	NA	NA
Análise de causa-raiz	NA	FA	FA	FA	FA
Árvore de decisões	NA	FA	FA	A	A
Análise Bow tie	NA	A	FA	FA	A
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	FA	NA	NA	FA
Análise de decisão por multicritérios (MCDA)	A	FA	A	FA	A
Brainstorming	FA	NA	NA	NA	NA
Entrevistas Estruturadas ou semiestruturadas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de Verificação	FA	NA	NA	NA	NA
Análise preliminar de perigos (APP)	FA	NA	NA	NA	NA
Análise de impactos no negócio	A	FA	A	A	A
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	A	FA	A	A	NA
Análise de causa e camadas de proteção (LOPA)	A	FA	A	A	NA
Análise de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Análise de custo/benefício	FA	A	A	A	
Sneak analysis (SA) e sneak circuit analysis (SCA)	A	NA	NA	NA	NA

Figura 9 Ferramentas ABNT ISO 31010:2012
Fonte: ABNT ISO 31010:2012

2.4.3 Normas regulamentadoras

Conforme o MTE as normas regulamentadoras as Normas Regulamentadoras (NRs), que têm como objetivo assegurar a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, tiveram sua primeira publicação pela Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Desde então, outras normas foram criadas e revisadas ao longo do tempo, buscando garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em diferentes setores econômicos e serviços laborais. A elaboração e a revisão dessas normas seguem o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT). Esse sistema envolve grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores, a fim de garantir a participação e o diálogo de todos os envolvidos na definição das normas regulamentadoras. (Brasil, 2023).

Segundo o Art. 3º da Portaria SIT nº 787, de 27 de novembro de 2018 as NRs são classificadas em gerais, especiais e setoriais, sendo estas descritas como:

“§ 1º Consideram-se gerais as normas que regulamentam aspectos decorrentes da relação jurídica prevista na Lei sem estarem condicionadas a outros requisitos, como atividades, instalações, equipamentos ou setores e atividades econômicos específicos.

§ 2º Consideram-se especiais as normas que regulamentam a execução do trabalho considerando as atividades, instalações ou equipamentos empregados, sem estarem condicionadas a setores ou atividades econômicas específicas.

§ 3º Consideram-se setoriais as normas que regulamentam a execução do trabalho em setores ou atividades econômicas específicas.” (BRASIL, 2018, pág. 1)

Ao total atualmente existem 38 normas regulamentadoras, conforme exposto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (Brasil, 2023):

Norma	Assunto	G	S	E
NR-01	Disposições Gerais	X		
NR-02	Inspeção Prévia (Revogada)			
NR-03	Embargo ou Interdição	X		
NR-04	Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho	X		
NR-05	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes	X		
NR-06	Equipamentos de Proteção Individual – EPI			X
NR-07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional	X		
NR-08	Edificações			X
NR-09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	X		
NR-10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade			X
NR-11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais			X
NR-12	Máquinas e Equipamentos			X
NR-13	Caldeiras, Vasos de Pressão e Tabulações e Tanques Metálicos de Armazenamento			X
NR-14	Fornos			X
NR-15	Atividades e Operações Insalubres			X
NR-16	Atividades e Operações Perigosas			X
NR-17	Ergonomia	X		
NR-18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção		X	
NR-19	Explosivos			X
NR-20	Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis			X
NR-21	Trabalhos a Céu Aberto			X
NR-22	Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração		X	
NR-23	Proteção Contra Incêndios			X
NR-24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho			X
NR-25	Resíduos Industriais			X
NR-26	Sinalização de Segurança			X
NR-27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB (Revogada pela Portaria GM n.º 262/2008) (Revogada)			
NR-28	Fiscalização e Penalidades	X		
NR-29	Segurança e Saúde no Trabalho Portuário		X	
NR-30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário		X	
NR-31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura		X	
NR-32	Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde		X	
NR-33	Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados		X	
NR-34	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, Reparação e Desmonte Naval		X	
NR-35	Trabalho em Altura		X	
NR-36	Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados		X	
NR-37	Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo		X	

NR-38	Atividades de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos		X	
-------	---	--	---	--

Figura 10 Classificação das Normas Regulamentadoras
Fonte: Brasil (2023)

Cada norma regulamentadora possui sua importância e objetivos específicos. No entanto, recentemente, foi publicada a NR-01, que aborda as disposições gerais relativo a segurança e saúde dos trabalhadores, instituiu a obrigatoriedade do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). Antes dessa norma, existia a NR-09, com seu Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que foi uma tentativa de promover a gestão de riscos nas empresas. Porém este recurso se mostrou ineficiente, o que exigiu a criação de uma norma mais adequada para a gestão de riscos. O PGR é uma ferramenta que visa identificar e avaliar os riscos presentes nas atividades desenvolvidas pela empresa, estabelecendo medidas para minimizá-los ou eliminá-los. A NR-01 estabelece os requisitos mínimos para a implementação do PGR em empresas de todos os segmentos e portes, a fim de prevenir acidentes e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para os trabalhadores.

2.4.4 **PGR**

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) é um processo contínuo e sistemático que visa identificar e avaliar os perigos presentes em um ambiente de trabalho, adotar medidas de controle e acompanhamento das ações preventivas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores. Embora a norma regulamentadora NR-01 não estabeleça ferramentas específicas para a avaliação de riscos, existem diversas metodologias e técnicas que podem ser utilizadas (Silva Filho, 2021).

O texto de Borges (2020) ressalta a importância de um programa dinâmico, baseado no ciclo PDCA, que seja contínuo e não tenha data de validade. Além disso, destaca a relevância da participação dos trabalhadores envolvidos e da divulgação do programa. Por fim, Borges frisa que a efetiva implantação do programa e o seguimento das ações estabelecidas são fundamentais para o seu sucesso.

De acordo com o texto da NR-01, o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) deve conter dois documentos: o inventário de riscos e o plano de ação. A responsabilidade pela elaboração desses documentos é da instituição, e ambos devem ser datados, assinados e estar sempre disponíveis para consulta pelos

trabalhadores ou seus representantes, bem como para a Inspeção do Trabalho (BRASIL, 2022).

As etapas para a elaboração do PGR junto com os documentos que o constituem podem ser verificadas no quadro abaixo:

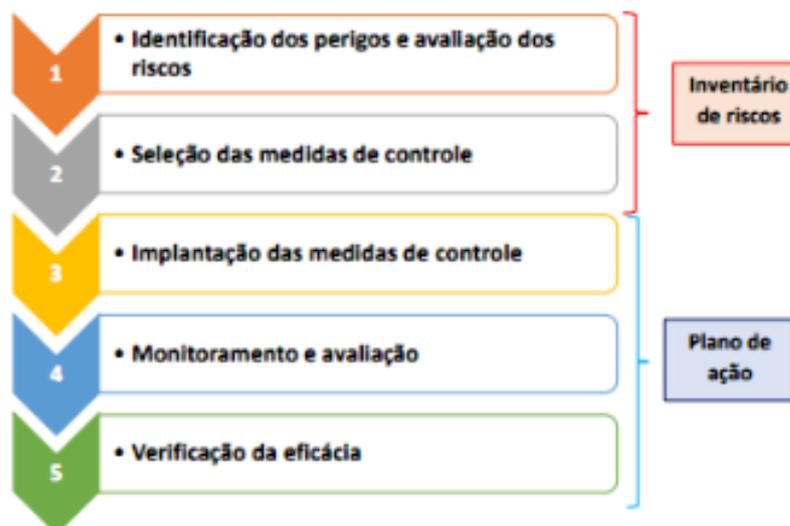


Figura 11 Etapas do PGR
Fonte: Guia para elaboração do PGR, Borges 2020.

O PGR possui similaridade com o Processo de Gestão de Riscos exposto na norma ABNT NBR ISO 31000:2018 na Figura 7, também possuem semelhanças em termos de abordagem para gestão de riscos, ambas estabelecendo um processo sistemático e contínuo para identificação e controle de riscos, porém enquanto o PGR estabelece ações relativas à segurança e saúde dos trabalhadores, a norma ISO é mais abrangente tratando riscos em todas as áreas do negócio.

2.5 Caminhos típicos no suporte à gestão de riscos sob a ótica legal

De acordo com a NR-01, a organização deve criar um plano de ação que inclua medidas preventivas que precisam ser implementadas, aprimoradas ou mantidas. Depois de avaliar os riscos no ambiente de trabalho, é essencial classificá-los individualmente e determinar o nível de risco ocupacional com base na probabilidade de ocorrência e na gravidade das possíveis lesões ou danos à saúde. Isso auxiliará na identificação das medidas preventivas necessárias e na elaboração de um plano de ação apropriado. (Brasil, 2020)

Conforme a própria NR-01, não existe uma metodologia específica para aplicação de um plano de ação, desta forma podemos citar a norma ABNT NBR ISO 31000: 2018 no item 6.5 esta norma trata do “Tratamento de riscos” onde define este item como sendo “O propósito do tratamento de riscos é selecionar e implementar opções para abordar riscos” sendo este tratamento de riscos um processo iterativo conforme abaixo:

- Formular e selecionar opções para tratamento do risco;
- Planejar e implementar o tratamento do risco;
- Avaliar a eficácia deste tratamento;
- Decidir se o risco remanescente é aceitável;
- Se não for aceitável, realizar tratamento adicional.

O objetivo dos planos de tratamento de risco é descrever claramente como as opções de tratamento escolhidas serão executadas, de modo que todos os envolvidos possam entender as medidas adotadas e o progresso do plano possa ser monitorado. É importante que o plano de tratamento estabeleça a ordem em que as ações serão implementadas, de forma que o processo de tratamento de riscos seja eficiente e efetivo. (BRASIL, 2018).

A norma também cita algumas circunstâncias para o tratamento dos riscos, sendo citados:

- Evitar o risco ao decidir não iniciar ou continuar com a atividade que dá origem ao risco;
- Assumir ou aumentar o risco de maneira a perseguir uma oportunidade;
- Remover a fonte de risco;
- Mudar a probabilidade;
- Mudar as consequências;
- Compartilhar o risco (por exemplo, por meio de contratos, compra de seguros);
- Reter o risco por decisão fundamentada.

Outra referência para a decisão para o tratamento dos riscos, é o impacto financeiro, neste caso podemos citar a norma regulamentadora 28 (NR-28) que estabelece as punições e sanções, caso as normas regulamentadoras não sejam atendidas, conforme a elenca a norma:

O agente da inspeção do trabalho deverá lavrar o respectivo auto de infração à vista de descumprimento dos preceitos legais e/ou regulamentares contidos nas Normas Regulamentadoras urbanas e rurais, considerando o critério da dupla visita, elencados no Decreto n.º 55.841, de 15/03/65, no Título VII da CLT e no § 3º do art. 6º da Lei n.º 7.855, de 24/10/89. (Brasil, pág. 2)

Para a aplicação da norma NR-01 pode ocorrer algumas dificuldades para as empresas neste primeiro momento. É preciso destacar que cada empresa possui suas características, sendo assim, necessário um esforço individualizado para a elaboração e implementação de um plano de ação que contemple todas as atividades necessárias. Além disso, a falta de uma metodologia específica pode dificultar a aplicação da NR-01, o que pode ser resolvido com a utilização de referências como a norma ABNT NBR ISO 31000:2018. É importante lembrar que a decisão para o tratamento dos riscos também deve levar em consideração o impacto financeiro, conforme a norma regulamentadora 28. Logo, apesar das dificuldades, é fundamental que as empresas cumpram a NR-01 para além da questão de obrigatoriedade, garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

3 PROPOSTA METODOLÓGICA

O presente Capítulo é dedicado à apresentação dos caminhos utilizados na presente pesquisa.

3.1 Desenvolvimento de uma revisão teórica relativo a riscos ocupacionais com foco em atividades industriais relativos a construção e pavimentação

O objetivo desta etapa foi a verificação de referencial teórico relativo a análise de riscos durante a produção de produtos em usinas de asfalto, inicialmente foi verificado o produto em estudo que resultante da usina que é o CBUQ, para isto foi realizado pesquisa de material conforme a Figura 11:

Objetivo:	Pesquisar e elaborar marco teórico sobre a produção de CBUQ.
Questões de pesquisa	O que é e quais os passos na produção de CBUQ
Base de dados	Periódicos Capes
	Scielo
	Bibliografia sobre pavimentação Rodoviária
Palavras-chave	Produção CBUQ or Usinas de Asfalto or riscos ocupacionais
Filtros	Artigos, normas, livros
	Ano de publicação: 2007 - 2023
	Origem: Brasil
	Idioma: Português, inglês
Critérios para seleção	Documentos que possuam em seu texto descrito, produção de CBUQ em usinas de asfalto

Figura 12 Pesquisa sobre o tema CBUQ
Fonte: Autor.

Após foi verificado os tópicos relativos a gestão de riscos e riscos na atividade de usinas de asfalto, buscando definições e trabalhos que tratem deste assunto, para a busca desta referência teórica foi utilizado os seguintes parâmetros:

Objetivo:	Pesquisar e elaborar marco teórico sobre Gestão der riscos.
Questões de pesquisa	Definição e normas pertinentes a gestão de riscos.
Base de dados	Periódicos Capes
	Scielo
	Normas referentes ao tema.
	Livros referentes ao tema
Palavras-chave	Pavimentação AND riscos ocupacionais
Filtros	Artigos, normas, teses e livros
	Ano de publicação: 2010 - 2023
	Origem: Brasil
	Idioma: Português
Critérios para seleção	Documentos que possuam em seu texto descrito, gestão de risco e riscos presentes na produção em usinas de asfalto

Figura 13 Pesquisa sobre o tema riscos ocupacionais em usinas de asfalto
Fonte: Elaborado pelo Autor.

A pesquisa retornou nos artigos e livros relevantes listados na Figura 14:

Tipo	Título	autores	Ano
A	Análise de riscos ambientais e ocupacionais em uma usina de fabricação de asfalto	Dobke et al	2021
A	Avaliação da exposição e risco de câncer em trabalhadores da pavimentação: um estudo baseado nos níveis de partículas respiráveis presentes nos fumos de asfalto	Fontenele et al	2018
A	Emissões do asfalto e seus efeitos na saúde humana	Sandaka et al	2018
A	análise de riscos: estudo de caso em frente de trabalho na pavimentação com concreto betuminoso usinado a quente	Junior Leite et al	2021
A	identificação por meio de VANT dos Riscos ocupacionais de operários na pavimentação asfáltica	De Monte et al	2020
A	Estudo de caso em frente de trabalho na pavimentação com concreto betuminoso usinado a quente	Leite Junior	2021
L	Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil	Peinado et a	2019

Figura 14 Artigos pesquisados no tema de riscos ocupacionais em usinas de asfalto. (Livro: L, Artigo: A)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Além da análise de artigos científicos e livros especializados em gestão de riscos e riscos ocupacionais, foram utilizadas normas regulamentadoras (NRs) e normas internacionais pertinentes ao tema em questão, visando aprofundar o conhecimento das melhores práticas e diretrizes referente a este assunto.

Nesse contexto, destaca-se a norma ABNT ISO 31000:2018, que trata especificamente da gestão de riscos, sendo ela a principal ferramenta de análise no decorrer deste estudo, adicionalmente, a norma ABNT ISO/IEC 31010:2012 também foi consultada, abordando as ferramentas utilizadas nesse processo.

Para completar a revisão teórica, foi verificada a NR-01, que trata das disposições gerais das normas regulamentadoras. Nessa norma, está identificada a

necessidade da criação de um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que é o objetivo principal deste estudo. Considerando que essa norma é relativamente recente, foram utilizados livros de apoio para a elaboração do referencial teórico, uma vez que a quantidade de trabalhos científicos sobre o tema ainda é limitada devido a ser tratar de um assunto recente. Dessa forma, buscou-se obter uma visão ampla e atualizada sobre a gestão de riscos ocupacionais, com foco na elaboração de um PGR para o local estudado.

3.1.1 ***Elaboração de PGR***

A metodologia para criação do PGR utilizada é aquele presente na norma ABNT ISO 31000:2018, onde os documentos resultantes da aplicação culminarão no que chamado pela NR-01 como inventário de riscos e plano de ação para os riscos averiguados.

Inicialmente será realizado a determinação de escopo, contexto e critérios para avaliação, desta forma, será determinado que o PGR é relativo as atividades ligadas a análise realizadas pelo laboratório no Produto CBUQ produzido pela planta industrial.

Posteriormente, será realizado o Processo de avaliação de riscos, nesta etapa da metodologia são realizados os processos de identificação, análise e avaliação dos riscos, esta etapa resultará no inventário de riscos do PGR. Para isso, foi utilizado as ferramentas presentes na norma ABNT ISO/IEC 31010:2012 (Figura 8), onde são avaliadas as ferramentas e sua aplicação em cada etapa do processo.

Para a identificação dos perigos foi selecionada a ferramenta Técnica estruturada "E se" (SWIFT), que tem seu nome proveniente do acrônimo em inglês Structured What If Technique, que em tradução livre seria "Técnica para o Estudo Sistemático do É-se". Sua aplicação é conduzida por meio do trabalho em equipe e utiliza um conjunto de palavras ou frases de "comando" para estimular os participantes a identificar os riscos durante uma oficina de trabalho. O facilitador e a equipe utilizam frases padrão do tipo "e se", combinadas com comandos específicos, para investigar o sistema e identificar possíveis pontos de risco, foi selecionada por ser uma técnica fortemente aplicável nesta etapa do processo (BRASIL, 2018)

O processo desta ferramenta como citado na norma obedece às seguintes etapas, conforme ANEXO A – Processo da ferramenta técnica estruturada "E se" (SWIFT)

A saída desta ferramenta gera em um “registro com ações ou tarefas classificadas por risco, estas resultam em uma base para um plano de tratamento. (BRASIL, 2022). Esta ferramenta aponta os perigos que posteriormente alimentaram a realização da análise riscos.

Para a análise de riscos a ferramenta selecionada foi a Análise Preliminar de Risco/Perigo (APR ou APP). Como cita Rodeghiero Neto, et al. (2014), esta ferramenta utiliza um método sistemático para análise e avaliação de todas as etapas e elementos de um determinado processo.

A norma ABNT ISO/IEC 31010:2012 descreve o processo desta ferramenta como sendo, a criação de uma lista de perigos, situações genéricas perigosas e riscos levando em consideração diversas características, tais como os materiais e equipamentos utilizados, o ambiente operacional, o layout e a interface entre os sistemas componentes do sistema.

Junto a utilização da APR, será conduzido a aplicação da matriz de severidade /probabilidade, a fim de verificar quais são os riscos prioritários para ação.

Esta matriz utiliza de análises qualitativas ou quantitativas de consequências e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco. (Brasil, 2018)

Esta ferramenta possui como processo definido na norma:

Processo

Para classificar os riscos, o usuário primeiro encontra o descritor da consequência que melhor se adapta à situação e em seguida define a probabilidade com a qual essas consequências ocorrerão. O nível de risco é então estabelecido em função da matriz.

Saída

As saídas são uma classificação para cada risco ou uma lista classificada de riscos com níveis de significância definidos. (ABNT NBR ISO 31010:2018 pág. 91- 92)

A matriz tipicamente utilizada para essa análise e seus critérios, é apresentada na 15, 16 e 17.

Escala de Severidade				
?	Característica da Lesão ou Agravo	Capacidade Funcional	Afastamento Médico	Exemplos de Danos Associados
1	Lesão, sinal ou sintoma leve, com efeitos reversíveis	Não limita a capacidade funcional	Exige tratamento médico, mas não implica afastamento superior a um dia	* Ferimentos superficiais; pequenos cortes e contusões; irritação dos olhos pela poeira; * Incômodo e irritação (por exemplo, dores de cabeça); problema de saúde levando a um desconforto temporário.
2	Lesão ou agravo moderado, com efeitos reversíveis	Não limita a capacidade funcional	Exige tratamento médico e pode implicar afastamento de até 15 dias	* Lacerações; queimaduras; concussão; entorses; fraturas de bom prognóstico; * Dermatite; asma; distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em fase aguda.
3	Lesão ou agravo grave, com efeitos reversíveis	Pode limitar a capacidade funcional	Exige tratamento médico e pode implicar afastamento superior a 15 dias	* Lacerações; queimaduras; concussão; entorses; fraturas de bom prognóstico; * Dermatite; asma; distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em fase aguda
4	Lesão ou agravo grave, com efeitos irreversíveis	Limita a capacidade funcional, mas não totalmente	Exige tratamento médico e pode implicar afastamento	*PAINPSE (Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados). *Amputações de segmentos; distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho crônicos
5	Lesão ou agravo crítico ou fatal	Limita totalmente a capacidade funcional ou pode causar morte	Exige tratamento médico e pode implicar afastamento	* Amputações de membros; fraturas de mau prognóstico; envenenamento; lesões mutagênicas, ferimentos múltiplos que resultem em fatalidade; * Câncer ocupacional; outras doenças graves que diminuem a vida (pneumoconiose fibrogênica); doenças agudas fatais.

Figura 15 Escala de severidade
Fonte: ENIT (2022), pág. 424

Grau	Probabilidade	FATORES A SEREM CONSIDERADOS (item 1.5.4.4.4 da NR-01)		
		Requisitos de NRs x Medidas de Prevenção Implementadas (alíneas "a" e "b")	Perfil de Exposição x NR-09 (alínea "d")	Exigências da Atividade (alínea "c")
1	Altamente improvável	As medidas de controle existentes representam a melhor tecnologia ou prática de controle possível* e há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.	Exposição estimada inferior a 10% do LEO**. E*** < 10% LEO	O controle representa a melhor tecnologia ou prática de controle disponível* e há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.
2	Improvável	As medidas de controle existentes estão em conformidade com as NRs, eficientes e há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.	Exposição estimada entre 10% e 50% do LEO. 10% ≤ E ≤ 50% LEO	As medidas de controle existentes estão em conformidade com as NRs, eficientes e há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.
3	Pouco provável	As medidas de controle existentes são adequadas, mas apresentam pequenas deficiências ou desvios que são mitigados por medidas administrativas e individuais. As medidas de controle existentes são adequadas, mas não há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.	Exposição estimada entre 50% e 100% do LEO. 50% < E ≤ 100% LEO Exposição em NÍVEL DE AÇÃO	As medidas de controle existentes são adequadas, mas apresentam pequenas deficiências ou desvios que são mitigados por medidas administrativas e individuais. As medidas de controle existentes são adequadas, mas não há garantias de que sejam mantidas em longo prazo.
4	Provável	As medidas de controle existentes apresentam desvios ou problemas significativos. A eficiência é duvidosa e não há garantias de manutenção adequada ou de que sejam mantidas em longo prazo.	Exposição estimada acima do LEO e igual ou inferior a 500% do LEO 100 < E ≤ 500% LEO	As medidas de controle existentes apresentam desvios ou problemas significativos. A eficiência é duvidosa e não há garantias de manutenção adequada ou de que sejam mantidas em longo prazo.
5	Altamente Provável	Medidas de controle inexistentes ou as medidas existentes são reconhecidamente inadequadas.	Exposição estimada acima de 500% do LEO. E > 500% LEO Condição de Superexposição	Medidas de controle inexistentes ou as medidas existentes são reconhecidamente inadequadas.

Figura 16 Escala de Probabilidade
Fonte: ENIT (2022), pág. 426

Probabilidade	Classificação por nível de risco				
	1	2	3	4	5
5	Moderado	Alto	Alto	Crítico	Crítico
4	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Crítico
3	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto
2	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
1	Irrelevante	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado
Classificação	1	2	3	4	5
	Severidade				

Figura 17 Matriz Probabilidade/Consequência
Fonte: ENIT (2022), pág. 427

Inicialmente será definida a severidade do risco, ou seja, avaliar qual é o potencial de impacto que ele pode causar caso ocorra, utilizando-se os parâmetros presente na Figura 15. Em seguida, verificar a probabilidade de ocorrência desse risco (amparando-se na Figura 16). A classificação do nível de risco encontrado será determinada pela combinação da matriz de probabilidade (linha) e consequência ou severidade (coluna), apresentada na Figura 17.

A saída da análise de risco resultará nas entradas para o próximo passo da metodologia que trata a avaliação dos riscos, neste ponto do processo se utiliza da compreensão do risco, previamente adquirida por meio da análise de riscos, para orientar a tomada de decisões em relação a ações futuras, a ferramenta escolhida para atingimento do objetivo desta etapa foi a Análise de Árvore de Falhas (FTA).

Esta ferramenta é uma ferramenta utilizada para identificar potenciais causas e caminhos que resultam em uma falha (evento de topo). Essa análise pode ser realizada de forma qualitativa, buscando entender as possíveis causas e suas relações. Além disso, a árvore de falhas pode ser aplicada quantitativamente, permitindo o cálculo da probabilidade do evento de topo, a partir das probabilidades dos eventos causais identificados. Na Figura 18 apresenta-se um exemplo genérico de uma Árvore de Falha.

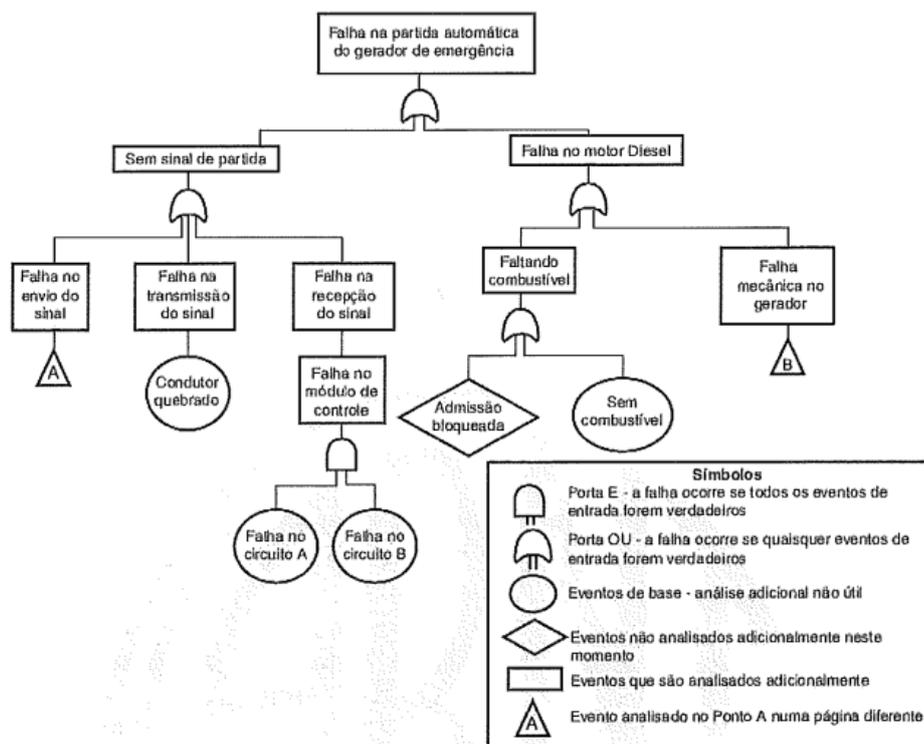


Figura 18 Exemplo de aplicação da ferramenta Árvore de Falha (FTA)
Fonte: ABNT ISO /IEC 31010:2012

O processo utilizado para essa ferramenta está descrito no ANEXO B – Processo da ferramenta de Análise de Árvore de Falhas (FTA). Esta etapa determina a probabilidade dos eventos de topo, que se utilizará para elaboração do plano de ação.

3.1.2 ***Elaboração de plano de ação para tratamento de riscos***

O plano de ação utiliza a etapa do tratamento de riscos citado na NBR ISO 31000, netas etapa como cita a norma podemos seguir os seguintes aspectos:

- a) ação de evitar o risco ao se decidir não iniciar ou descontinuar a atividade que dá origem ao risco;
- b) tomada ou aumento do risco na tentativa de tirar proveito de uma oportunidade;
- c) remoção da fonte de risco;
- d) alteração da probabilidade;
- e) alteração das consequências;
- f) compartilhamento do risco com outra parte ou partes (incluindo contratos e financiamento do risco); e
- g) retenção do risco por uma decisão consciente e bem embasada. (ABNT NBR ISO 31000, pág. 19)

O plano de ação será elaborado conforme dita a NR-01, de modo a este documento indicar medidas de prevenção, que serão introduzidas, aprimoradas ou mantidas, tendo cronograma definido e acompanhante aferição dos resultados (BRASIL, 2022).

3.1.3 ***Estudo de cenários para propor as melhorias presentes no plano de ações***

O plano de ação mostra as intervenções nos processos do laboratório, resultando na criação de dois cenários de melhoria. O primeiro cenário visa atender a todos os requisitos obrigatórios definidos pelas normas regulamentadoras. Já o segundo cenário elenca melhorias adicionais além dos requisitos obrigatórios, com o objetivo de aprimorar ainda mais a segurança e o bem-estar dos funcionários. Dessa forma, as melhorias implementadas contemplam não apenas o cumprimento das exigências legais, mas também visam promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para todos os trabalhadores.

Para fortalecer o plano de ação, será realizada a verificação dos riscos aos quais a empresa está exposta com o não cumprimento das normas regulamentadoras que o laboratório deve seguir, de acordo com a NR-28.

4 RESULTADOS

No presente Capítulo são apresentados os principais resultados e constatações em meio aplicação de técnicas de Gerenciamento de Riscos para o laboratório de análise em estudo.

4.1.1 *Características gerais do local objeto do estudo*

O laboratório em questão está situado na cidade de Capão do Leão, no estado do Rio Grande do Sul, dentro de uma planta industrial de produção de produtos asfálticos destinados à pavimentação. Este laboratório é responsável por verificar a qualidade dos produtos asfálticos produzidos pela usina por meio da análise dos insumos e produtos. Desse modo, o laboratório desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade dos produtos asfálticos produzidos pela usina

No total, o laboratório conta com oito trabalhadores, sendo eles dois supervisores responsáveis pela operação do local, quatro funcionários encarregados das análises e dois técnicos responsáveis pelas análises realizadas nas frentes de trabalho, como rodovias concedidas à empresa.

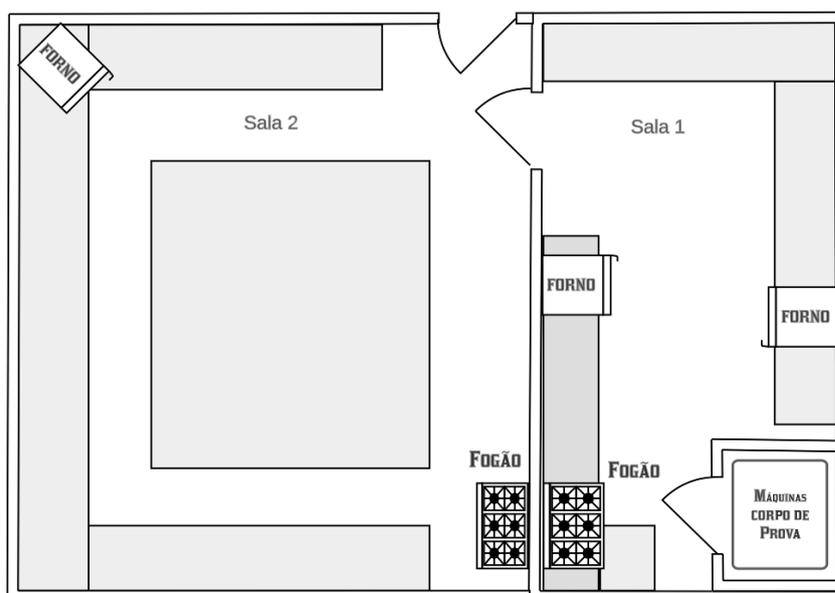


Figura 19 Layout do laboratório
Fonte: Elaborado pelo Autor

O ambiente físico do laboratório é dividido em duas salas. Na primeira sala, identificada como sala 1 na Figura 20, estão localizados equipamentos para a realização de testes no CAP, sala de moldagem de corpos de prova (Figura 21) e equipamentos para análise dos agregados constituintes no CBUQ.



Figura 20 Sala 1 do laboratório
Fonte: Registro feito pelo Autor.



Figura 21 Sala 1 local para confecção de corpo de prova
Fonte: Registro feito pelo Autor

Na segunda sala, identificada como sala 2 na Figura 19, encontram-se equipamentos para testes de resistência à tração e compressão dos corpos de prova

(Figura 22), uma mesa central para manipulação do CBUQ, balanças para particionamento das amostras e equipamentos para análise dos agregados constituintes no CBUQ.



Figura 22 Sala 2 do laboratório
Fonte: Registro feito pelo Autor

Além disso, há um ambiente externo próximo à usina de produção de asfalto, onde um operador realiza a coleta do CBUQ recém-usinado, para que possam ser realizados testes no laboratório.

4.1.2 ***Processo de fabricação de CBUQ no local objeto do trabalho***

O primeiro passo na fabricação do CBUQ é a análise do CAP recebido pela empresa, sendo necessário teste neste insumo para sua liberação para produção da usina, este teste é realizado na sala 1 (ver Figura 23 e Figura 24).



Figura 23 Bancada de equipamentos de teste da Sala 1
Fonte: Registro feito pelo Autor



Figura 24 CAP
Fonte: Registro feito pelo Autor

Após a liberação do CAP para usina é produzido o CBUQ, sendo retirado no final da produção amostras para verificação do produto concluído. Essa amostra é retirada dos caminhões (Figura 25) que irão para frente de trabalho sendo transportada da usina até o laboratório por um funcionário.



Figura 25 Retirada da amostra na usina
Fonte: Registro feito pelo Autor

Com a chegada da amostra ao laboratório, ela é particionada e pesada na sala 2, sendo enviada para sala 1 uma parcela do material, que será usada para moldar o corpo de prova. Outra parcela da amostra será colocada em equipamento para análise dos agregados do material final. O corpo de prova moldado retorna à sala 2 onde passará pelo processo de testes de tração e compressão. Já, a porção que passou pela análise dos agregados retorna à sala 2 para os testes nas peneiras onde é verificada a quantidade e tipos de agregado que constituem o produto final. Em caso de não haver conformidade do produto final conforme os parâmetros estabelecidos pela norma da empresa, o CBUQ vai para a frente de trabalho, porém é registrado a não conformidade para o local onde for implantado para monitoração posterior.

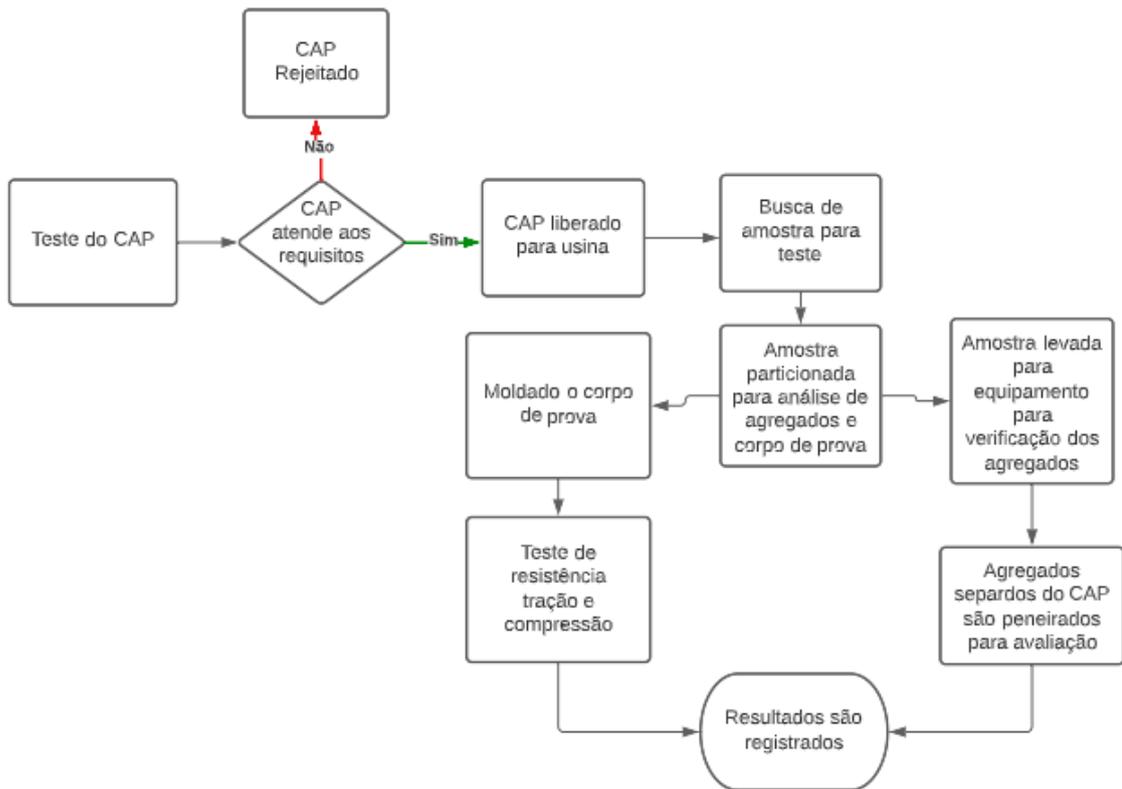


Figura 26 Fluxograma dos processos do laboratório
Fonte: Elaborado pelo Autor

O fluxograma dos processos dos laboratórios foi compilado no fluxograma da Figura 26, mostrando desde o teste do CAP que é o início os processos laboratoriais até o registro dos resultados, que é o final destes processos.

4.1.3 **Aplicação da Técnica estruturada "E se" (SWIFT)**

A primeira ferramenta aplicada foi a técnica estruturada "E se" (SWIFT) durante um encontro com os funcionários do laboratório, gestores e técnicos de segurança da empresa. Os participantes se envolveram ativamente no encontro, de forma colaborativa para analisar diversas situações e seus resultados. Foram levantadas perguntas do tipo "E se...?", levantando os perigos e suas consequência e as medidas de controle, caso existissem. A Figura 27 reflete os resultados obtidos após a aplicação da técnica SWIFT.

Objeto de análise: Processos no laboratório de análises CBUQ		Data: 17/07/2023
Executado por: William da Silva Hartwig; Funcionário A, Funcionário B; Técnico de Segurança A; Gestor A		Local: Capão do Leão - RS
E se...?	Perigo/Consequência	Medidas de controle de risco e de emergência
Caso aconteça quebrar a máquina do corpo de prova	Cortes/ Perfurações	Equipamento enclausurado
Se houver a quebrar de recipientes de análise	Queimadura/ Cortes	Existe EPI, porém é deficitário (apenas protetor facial e luva)
Houver queimadura na captação de amostra CBUQ	Queimadura	Existe EPI, porém é deficitário (apenas protetor facial e luvas)
Houver queda na coleta da Amostra (altura)	Fratura	Existe uma plataforma acesso, com ponto de ancoragem
Caso exista exposição a poeiras livres	Intoxicações	Programa de proteção respiratório, uso de máscara pff2
Caso exista exposição a poeiras Sílica	Intoxicações	Programa de proteção respiratório, uso de máscara pff2
Exista presença constante de ruído	Dano auditivo	Uso de protetor auditivo, principalmente na coleta da usina
Houver atropelamento durante o transporte da amostra	Fraturas	Apenas procedimento
Carga de trabalho em posições não adequadas	Riscos de fatores ergonômicos	Não existe hoje medida controle
Cortes por máquinas cortantes perfurantes	Cortes/ Perfurações	EPIs e treinamentos
Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	Queimaduras	EPIs e luvas para alta temperatura.
Haver contato com animal peçonhento	Veneno	Não existe hoje medida controle
Houver queda de trabalhador, nível do solo	Fratura	Não existe hoje medida controle
Houver fadiga visual, devido à má iluminação	Dano a visão	Não existe hoje medida controle
Se houver lesões por esforço repetitivo	LER/DORT	Apenas procedimento, mas ineficaz

Figura 27 What-If para o processo de retirada da amostra na usina
Fonte: próprio Autor

Após a aplicação da técnica SWIFT, foi possível observar que algumas situações já possuem medidas de controle bem estabelecidas, que têm sido eficazes na eliminação dos perigos ou mitigação dos riscos. Há também algumas medidas que foram imediatamente tomadas tendo em conta sua facilidade de aplicação. Abaixo, apresenta-se uma lista desses casos identificados:

1. Quebrar a máquina do corpo de prova: o equipamento que molda os corpos de prova, estão em uma sala separada, que evita o perigo de o funcionário ser atingido por fragmentos da máquina ou corpo de prova;
2. Quebrar de recipientes de análise: O recipiente onde é inserido o CAP, pode quebrar devido aos testes em alta temperatura, para diminuir o risco os funcionários utilizam protetor facial e luva para temperatura, porém ainda

existe possibilidade de queimadura devido a exposição do corpo a elementos quentes, como medida de controle adicional deve ser adquirido um avental, conforme Figura 28 que é utilizado para proteção do tronco do usuário contra agentes térmicos;



Figura 28 Avental para soldador, tipo barbeiro CA 16070

Fonte: WF EPI (<https://www.wfepi.com.br/estuario/aventil-de-raspa-com-mangas-tipo-barbeiro-soldador-avb-12060cecg-ca-16070>)

3. Queimadura na captação de amostra CBUQ: durante a coleta da amostra do CBUQ, pode existir contato do funcionário com o material quente, de forma análoga ao caso descrito no tópico 2, a inclusão de avental se faz necessário de forma a mitigar o risco de queimadura na coleta;
4. Queda na coleta da Amostra (altura): Para evitar a queda foi instalada plataforma para evitar quedas, nesta plataforma existe ponto de ancoragem e os funcionários devem utilizar equipamentos como cinto paraquedista, talabarte e capacete;
5. Exposição a poeiras livres: Existe Programa empresarial voltado a proteção respiratória, que verifica a qualidade do ar no ambiente do laboratório, bem como utilização de máscara do tipo pff2;
6. Exposição a poeiras Sílica: Existe Programa institucional voltado a proteção respiratória, que verifica a qualidade do ar no ambiente do laboratório. Neste programa foi identificado a presença de sílica. Para evitar os riscos associados a esse perigo, se utiliza máscara do tipo pff2;

7. Exista presença constante de ruído: O ambiente tanto da usina como no laboratório, e extremamente ruidoso. Desta forma, a empresa fornece protetores auriculares.

Os demais perigos listados na Figura 27 requeriam uma análise mais aprofundada, devido a não identificação de medidas de controle implementadas pela empresa atualmente. Nesse contexto, a próxima ferramenta que foi aplicada consistiu na Análise Preliminar de Risco/Perigo (APP). Através da aplicação da APR, cenários potenciais de risco, bem como a avaliação de sua gravidade e probabilidade de ocorrência podiam ser mais bem caracterizados.

4.1.4 ***Aplicação da Análise Preliminar de Risco/Perigo (APP)***

Para a aplicação da Análise Preliminar de Perigos (APP), foram selecionados os perigos que ainda não haviam recebido tratamento adequado por parte da empresa ou que receberam tratamento insuficiente. Na Análise de Perigos e Riscos (APR), foram avaliados os cenários, perigos, prováveis causas, controles existentes e a avaliação de risco.

A avaliação do risco foi realizada em uma escala de 1 a 5, correspondendo aos seguintes níveis:

- (1) Lesão, sinal ou sintoma leve e reversível;
- (2) Lesão ou agravo moderado e reversível;
- (3) Lesão ou agravo grave e reversível;
- (4) Lesão ou agravo grave e irreversível;
- (5) Lesão ou agravo fatal.

Além disso, foram identificados os locais específicos onde esses cenários ocorrem, incluindo a usina de asfalto, o trajeto e o laboratório. Na Figura 29 apresenta-se um quadro com os resultados obtidos pela aplicação da APR.

Análise Preliminar de Riscos - APR

Nome: William Hartwig

DATA: 23/07/2023

Local: laboratório de análise de CBUQ.

PROCESSO: Análise de parâmetros de qualidade do CBUQ.

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO DANO/PERIGO				AVALIAÇÃO DE RISCO					Local
CENÁRIO	PERIGO	PROVÁVEIS CAUSAS	CONTROLES EXISTENTES	1	2	3	4	5	
Atropelamento durante o transporte da amostra	Fraturas	Falta de barreiras físicas	Não existe					X	Percurso até o laboratório
Carga de trabalho em posições não adequadas	Riscos de fatores ergonômicos	Falta de procedimento e mobiliário adequado	Não existe		X				laboratório
Cortes por máquinas cortantes perfurantes	Cortes/ Perfurações	Falta de procedimento	Existe, porém ineficaz				X		laboratório
Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	Queimaduras	Falta de EPIs e procedimento	Existe, porém ineficaz				X		laboratório
Haver contato com animal peçonhento	Veneno	Falta de EPIs e treinamento	Não existe					X	Percurso até o laboratório
Houver queda de trabalhador, nível do solo	Fratura	Layout inadequado	Não existe			X			laboratório
Houver fadiga visual, devido à má iluminação	Dano a visão	Iluminação deficiente	Existe, porém ineficaz			X			laboratório
Se houver lesões por esforço repetitivo	LER/DORT	Layout inadequado	Não existe			X			laboratório

Para a avaliação de risco a classificação de risco os índices são: (1) lesão, sinal ou sintoma leve reversível, (2) lesão ou agravo moderado reversível, (3) lesão ou agravo grave reversível, (4) lesão ou agravo grave irreversível, (5) Lesão ou agravo fatal

Figura 29 Análise Preliminar de Perigo/Risco
Fonte: próprio Autor

Posteriormente, foi realizada a aplicação da matriz de severidade/probabilidade para identificar e priorizar os riscos que requerem ação imediata. Essa matriz utiliza a análise das consequências e probabilidades associadas a cada cenário. Está análise está presente na Tabela 1. Os riscos que obtiverem classificação de moderado ou crítico como resultado da matriz devem ser analisados em uma próxima ferramenta de gerenciamento de riscos, que no contexto do presente trabalho foi a FTA.

Probabilidade	Classificação do Risco				
	5	Moderado	Alto	Alto	Crítico
4	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Crítico
3	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto
2	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
1	Irrelevante	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado
Classificação	1	2	3	4	5
	Severidade				

Cenários	Classificação do Risco		
	Probabilidade	Severidade	Classificação
Atropelamento durante o transporte da amostra	3	5	Alto
Carga de trabalho em posições não adequadas	4	2	Moderado
Cortes por máquinas cortantes perfurantes	2	4	Moderado
Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	5	4	Crítico
Haver contato com animal peçonhento	3	5	Alto
Houver queda de trabalhador, nível do solo	1	3	Baixo
Houver fadiga visual, devido à má iluminação	3	3	Moderado
Se houver lesões por esforço repetitivo	2	3	Moderado

Tabela 1 Matriz de Probabilidade/ Consequência
 Fonte: Elaborada pelo próprio Autor

A utilização da ferramenta APR, juntamente com a matriz de classificação de risco, identificou os principais fatores de risco associados às atividades do laboratório. As atividades selecionadas para uma investigação mais aprofundada são aquelas que receberam a classificação de Alto ou Crítico, que foram: Atropelamento durante o transporte da amostra; Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ; e, haver contato com animal peçonhento.

Dentre esses riscos, o maior grau de risco está relacionado ao contato com superfícies quentes. Muitos dos testes realizados envolvem altas temperaturas de forma momentânea, o que reflete esse elevado nível de risco.

Outro ponto crucial é o deslocamento das amostras, que saem da usina e chegam ao laboratório por meio de um carrinho manual, em meio ao trânsito de caminhões e máquinas pesadas, como por exemplo, escavadeiras presentes na usina. Esse cenário aumenta significativamente o risco de atropelamentos. Além disso, a localização da usina em uma região de mata acrescenta a possibilidade de encontro com animais peçonhentos. A Figura 30 ilustra o percurso que a amostra realiza desde a usina até o laboratório.



Figura 30 Trajeto da Amostra entre a usina e o laboratório.
Fonte: Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2023

Todos os riscos presentes durante o carregamento da amostra foram analisados pela próxima ferramenta, que permite a avaliação dos riscos pela FTA. Neste ponto do processo foi utilizado como aporte as descobertas obtidas no contexto da aplicação da técnica SWIFT e da Análise Preliminar de Riscos e Perigos para dar início nesta terceira etapa do processo.

4.1.5 ***Aplicação da Análise de Árvore de Falhas (FTA)***

Para aplicação da FTA, os riscos foram tratados em separado, cada um gerando uma árvore de falhas distinta. Dessa forma, foi possível identificar os potenciais causas e caminhos que resultam em uma falha (evento de topo).

4.1.5.1 FTA referente a Atropelamento durante o transporte da amostra

A primeira FTA desenvolvida referia-se ao transporte da amostra até o laboratório. Na Figura 31 é possível observar o resultado gráfico da aplicação desta técnica.

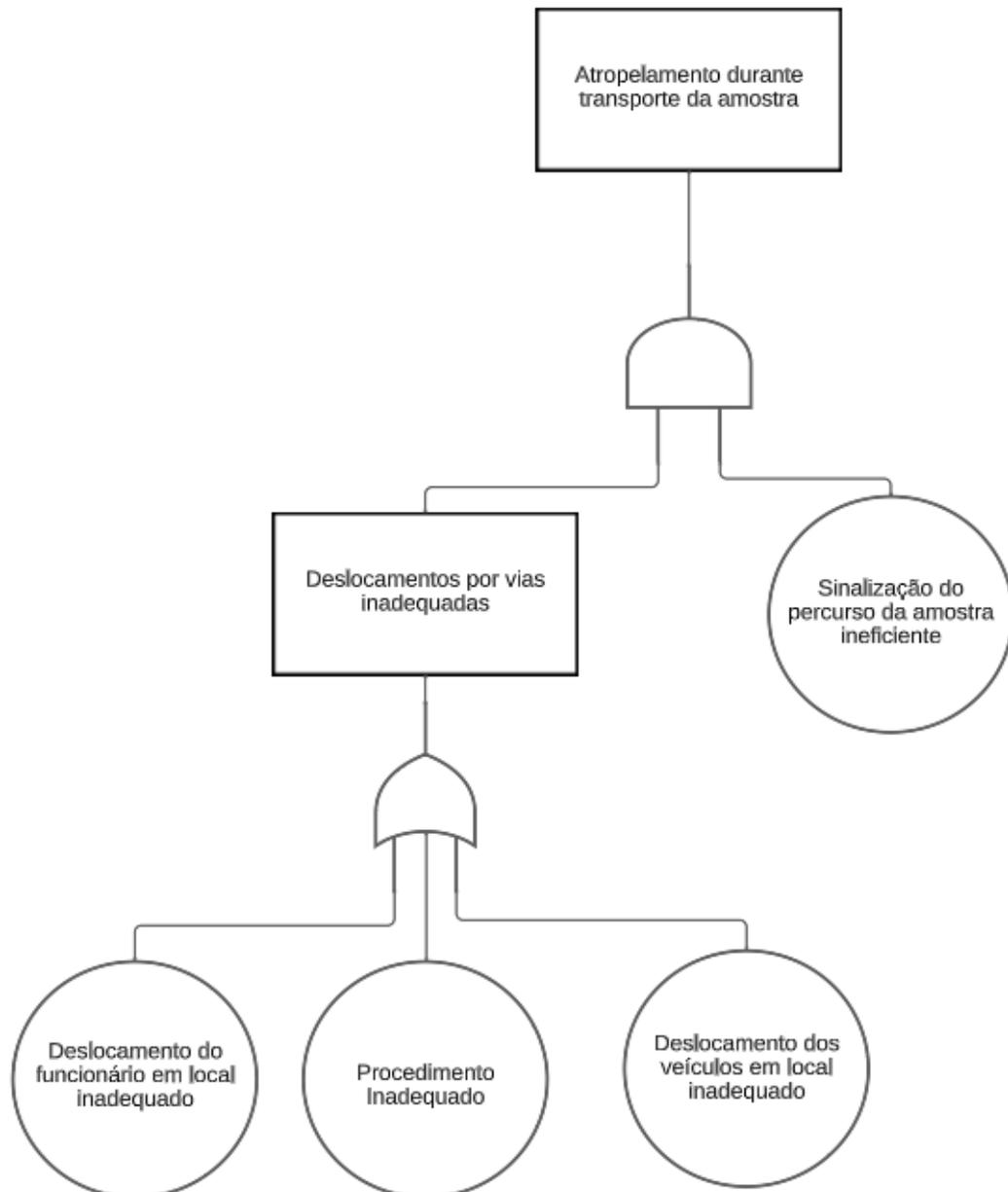


Figura 31 FTA Atropelamento durante o transporte da amostra
Fonte: Elaborado pelo Autor

O transporte das amostras enfrenta um risco não tratado dentro da empresa, como ilustrado na Figura 31. Nesse contexto, o funcionário responsável por este transporte percorre uma distância de 157 metros até o laboratório, compartilhando o espaço com a movimentação de maquinaria pesada e caminhões que transportam o CBUQ. Nota-se que esse trajeto é percorrido de forma empírica, utilizando carrinhos de mão, sem a aplicação de qualquer procedimento formal.

Conforme pode se observar, a Análise de Árvore de Falhas (FTA) investigar demonstra uma sequência de eventos intermediários até o evento de topo, que consiste no "atropelamento durante o transporte das amostras". Nesse diagrama, os eventos fundamentais incluem o "Deslocamento do funcionário em local inadequado" junto a questão dos "Deslocamento dos veículos em local inadequado", unidos pelo operador lógico OU (OR) junto a ausência de procedimentos formais, resultam por deslocamento por vias inadequadas. Por fim, os trabalhos sem a sinalização adequada também são considerados eventos fundamentais que junto a questão do deslocamento por vias inadequadas, resultam no evento de topo, oriundo da correlação destes eventos através de uma porta E (AND).

A análise minuciosa da FTA revelou que os eventos cruciais que demandam de atenção e aprimoramento são o trajeto das amostras e a revisão da sinalização. A abordagem desses elementos é determinante, pois ao tratá-los devidamente, é possível evitar a ocorrência do evento indesejado de atropelamento durante o transporte das amostras. Essa ação é necessária pelo fato de que, ao eliminar ou mitigar esses fatores, as condições para a ocorrência do evento principal também serão eliminadas.

Em relação aos procedimentos operacionais, é necessário estabelecer protocolos formais para todas as etapas executadas no laboratório. Dessa maneira, a questão do transporte seguro das amostras será tratada de maneira abrangente em todas as avaliações conduzidas através dessa metodologia.

4.1.5.2 FTA referente a Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ

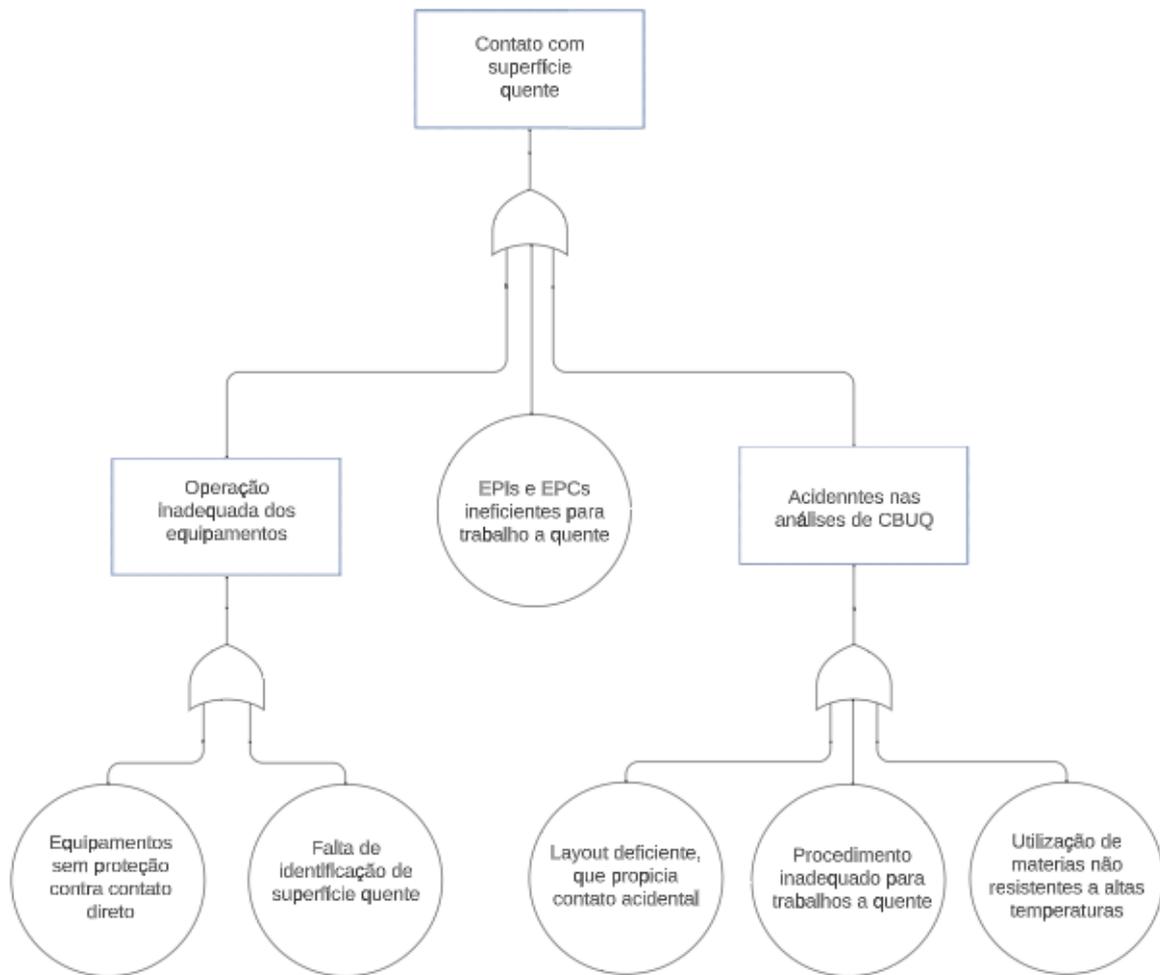


Figura 32 FTA Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ
Fonte: Elaborado pelo Autor

A exposição a superfícies quentes é o risco mais evidente na análise dos procedimentos executados no laboratório, uma vez que, desde a coleta da amostra até os testes finais, há uma constante presença de equipamentos operando em temperaturas elevadas, inclusive o CBUQ, que é submetido a aquecimento para os testes, conforme a Figura 33, que demonstra o aquecimento do CBUQ para testes.



Figura 33 Aquecimento de CBUQ para moldagem do corpo de prova
Fonte: Elaborado pelo Autor

Para a ocorrência do evento de topo, três fatores desempenham um papel crucial. A conexão entre eles é estabelecida por uma relação de exclusividade (OR), indicando que, de maneira individualmente, cada um deles representa um elemento que contribui para a probabilidade de incidentes. Inicialmente, destaca-se o evento "EPIs e EPCs ineficientes para trabalho a quente". Embora os funcionários estejam equipados com protetores faciais, luvas resistentes a calor, botinas de segurança e máscaras PFF2, observa-se a ausência do uso de aventais de proteção. Consequentemente, essa lacuna aumenta a possibilidade de contato entre objetos aquecidos e a área do tronco do trabalhador, além disto se observa o não uso de certos EPIs durante o processo, por parte de uma parcela dos funcionários.

O segundo fator crítico está relacionado a operação inadequada dos equipamentos, evidenciada pela falta de barreiras físicas que previnam contatos acidentais. A carência de sinalizações adequadas para alertar sobre os perigos inerentes ao trabalho em alta temperatura também contribui.

O terceiro evento trata dos acidentes decorrentes das análises de CBUQ, cujas origens remontam a uma série de eventos anteriores. Inicialmente, identificou-se a ausência de um protocolo padronizado para atividades em temperaturas elevadas, resultando em um fluxo de trabalho empírico ou baseado em instruções individuais. Esta lacuna representa um fator crítico, considerando a natureza dessas tarefas. A

variabilidade nos procedimentos amplia consideravelmente a probabilidade de desvios ocorrerem.

A utilização de materiais inadequados para resistir a temperaturas elevadas é resultado do reaproveitamento de recipientes e vidrarias, sem a devida avaliação de sua capacidade de resistência ao calor. Relatos de eventos envolvendo tal utilização feitos pelos próprios funcionários corroboram esse cenário e por fim o layout deficiente, que propicia contato acidental. A presença de diversos dispositivos operando em alta temperatura nas duas salas destinadas às análises é um desafio. Um exemplo é o equipamento responsável pela análise dos agregados, que se encontra na sala 1, enquanto a avaliação subsequente do material ocorre na sala 2. Esse processo exige que o funcionário transporte a amostra entre as duas salas, envolvendo a passagem por uma porta de abertura manual e a colocação do material aquecido em uma mesa na sala 2. Outros processos ocorrem na sala 1, como a utilização de um fogão para aquecer o CAP e um forno moldar corpos de prova.

Diante dessa situação, uma possível solução consiste em reestruturar o layout, centralizando os dispositivos de trabalho em alta temperatura em uma única área. Dessa forma, a necessidade de deslocamento extensivo de material quente é mitigada, e a proximidade física desses equipamentos minimiza o risco de contato com estes objetos aquecidos. Essa abordagem reduz a circulação de funcionários em áreas onde objetos quentes estão presentes.

A utilização de materiais inadequados para resistir a temperaturas elevadas é resultado do reaproveitamento de recipientes e vidrarias, sem a devida avaliação de sua capacidade de resistência ao calor. Relatos de eventos envolvendo tal utilização feitos pelos próprios funcionários corroboram esse cenário.

Os três eventos “Operação inadequada dos equipamentos”, “EPIs e EPCs ineficientes” e “Acidentes nas análises de CBUQ” eventos se relacionam e culminam no contato com superfície quente. A ocorrência de um deles já implica em um risco significativo de desencadear o evento principal, considerando a relação condicional "OU" que os une.

4.1.5.3 FTA referente a contato com animal peçonhento

Uma terceira árvore decorrente da FTA foi obtida pela avaliação da exposição a animais peçonhentos. O resultado desta avaliação encontra-se na Figura 34. Presença

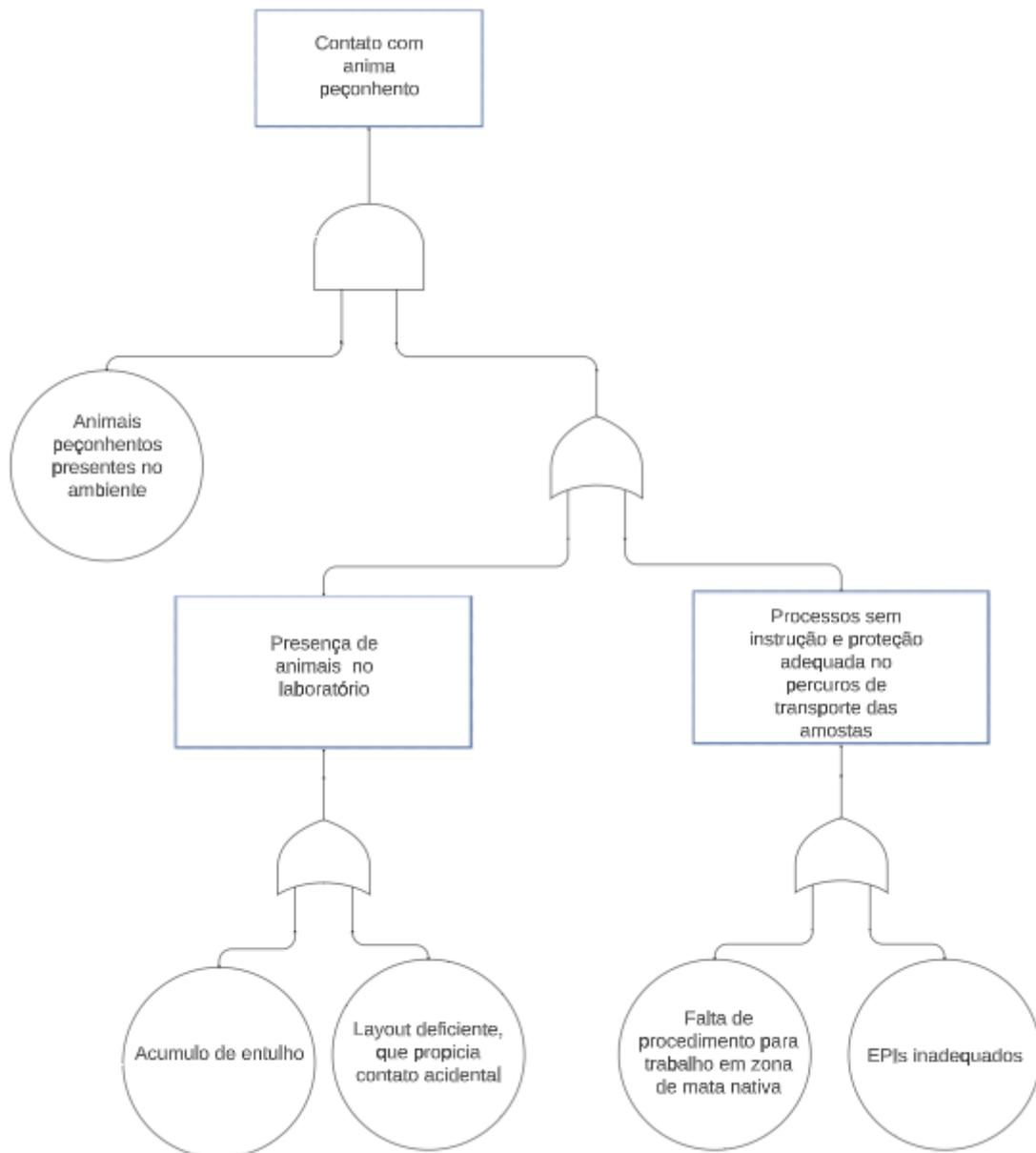


Figura 34 FTA Contato contanto com animal peçonhento.
Fonte: Elaborado pelo Autor

O risco de contato com animais peçonhentos é uma questão constante no espaço onde se encontra o prédio do laboratório, uma vez que as instalações estão

situadas em uma região de mata conforme demonstrado na Figura 33, propícia para o aparecimento de cobras, escorpiões, aranhas e outros animais peçonhentos.



Figura 35 Ambiente Externo do laboratório.
Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 33 apresenta a Análise de Árvore de Falhas (FTA) para o evento principal "Contato com Animal Peçonhento". Neste diagrama, dois eventos estão interligados por meio da operação condicional "OU" (OR), onde a ocorrência de pelo menos um desses eventos, juntamente com a presença de animais peçonhentos, resultará no contato com esses animais devido à operação condicional "E" (AND). Essa operação exige que ambas as condições sejam verdadeiras para que ocorra o evento principal.

A fim de prevenir o evento principal, é de extrema importância abordar os quatro eventos fundamentais identificados na análise. Inicialmente, é crucial dedicar atenção especial aos locais das instalações, implementando barreiras físicas eficazes para evitar a entrada não autorizada de animais peçonhentos nas áreas do laboratório, levando em consideração sua proximidade com a mata local.

Outro evento relevante diz respeito ao acúmulo de entulhos e materiais, tornando essencial a realização regular de limpeza nas áreas internas e externas, além de uma vedação adequada de frestas e buracos no laboratório. Tais medidas têm como objetivo substancialmente reduzir a probabilidade de encontros indesejados com animais peçonhentos.

Os próximos dois eventos fundamentais estão relacionados ao uso apropriado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e à adoção de procedimentos adequados, que geram “Processos sem instrução e proteção adequada no percurso de transporte das amostras. Dado o tamanho considerável do laboratório e da usina, onde é desafiador criar barreiras totais contra a presença de animais peçonhentos, a utilização de EPIs como perneiras se torna imprescindível. Além disso, é de suma importância seguir procedimentos rigorosos, como a verificação prévia dos EPIs antes do uso e a adoção de precauções ao manipular áreas propensas à presença desses animais.

Em relação ao evento da presença de animais no ambiente, não é possível exercer um controle eficaz, uma vez que o local de trabalho está situado dentro de uma zona de mata nativa.

Ao abordar de maneira a mitigar a probabilidade de ocorrência dos quatro eventos fundamentais, será possível evitar de forma eficaz a ocorrência do evento principal, independentemente da situação de "animais peçonhentos presentes no ambiente", reduzindo assim as situações de contato com esses animais.

4.1.6 **Planos de Ação**

Conforme estipulado na Norma Regulamentadora 01, o Plano de Ação figura entre os documentos mínimos para a apresentação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR). Para cada risco identificado, é necessário atribuir um nível de risco ocupacional, resultante da combinação entre a gravidade das possíveis lesões ou danos à saúde e a probabilidade ou chance de sua ocorrência. Uma vez concluída a avaliação, os riscos ocupacionais devem ser categorizados, a fim de verificar a necessidade de implementar medidas preventivas e desenvolver o próprio Plano de Ação.

Como cita a Norma:

1.5.5.2 Planos de ação

1.5.5.2.1 A organização deve elaborar plano de ação, indicando as medidas de prevenção a serem introduzidas, aprimoradas ou mantidas, conforme o subitem 1.5.4.4.5.

1.5.5.2.2 Para as medidas de prevenção deve ser definido cronograma, formas de acompanhamento e aferição de resultados.

1.5.5.3 Implementação e acompanhamento das medidas de prevenção

1.5.5.3.1 A implementação das medidas de prevenção e respectivos ajustes devem ser registrados.

1.5.5.3.2 O desempenho das medidas de prevenção deve ser acompanhado de forma planejada e contemplar: a) a verificação da execução das ações planejadas; b) as inspeções dos locais e equipamentos de trabalho; e c) o monitoramento das condições ambientais e exposições a agentes nocivos, quando aplicável. (BRASIL, 2022a, pág. 7)

Portanto, no presente trabalho se propõe possíveis encaminhamentos seguindo os pressupostos da norma. Foram estabelecidas ações no contexto de dois cenários, conforme exposto nas próximas seções.

4.1.7 **Plano de ação para o cenário A**

Para a criação dos planos de ação foi utilizado os resultados da Figura 29, que emergiu das aplicações da Técnica SWIFT. Os planos de ação ou cronogramas de ação estão dispostos no contexto de uma matriz 5W1H, a qual propunha no presente cenário obter as medidas básicas a fim de mitigar os riscos. Este primeiro plano está demonstrado na Figura 36.

Plano de Ação para Cenário A

N°	Descrição	What O que	Why Porque	How Como	Where Onde	Who Quem	When Quando	Análise Status
1	Caso aconteça quebrar a máquina do corpo de prova	Criar sala para instalação do equipamento	Evitar que exista cortes e perfurações por quebra da máquina.	Obra para criação da sala	Na sala 1 do laboratório em análise	Setor de engenharia da empresa	Controle em prática	Manter
2	Se houver a quebrar de recipientes de análise	Utilização de EPIs, para evitar contato com funcionário	Evitar queimaduras e cortes	Utilização de EPIs adequados	Em todos os processos de trabalho a quente	Funcionários	1º semestre 2024	Melhorar
3	Houver queimadura na captação de amostra CBUQ	Utilização de EPIs, para evitar contato com funcionário	Evitar queimaduras	Utilização de EPIs adequados	Em todos os processos de trabalho a quente	Funcionários	1º semestre 2024	Melhorar
4	Houver queda na coleta da Amostra (altura)	Criar plataforma de acesso, com ponto de ancoragem	Evitar quedas e fraturas	utilização de plataforma e EPIs	No processo de coleta de amostra	Funcionários	Controle em prática	Manter
5	Caso exista exposição a poeiras livres	Utilização de EPIs e programa de proteção respiratório.	Evitar danos oriundos da exposição a poeiras livres	Utilização de EPIs adequados e aplicação de testes de qualidade do ar	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	Controle em prática	Manter
6	Caso exista exposição a poeiras Sílica	Utilização de EPIs e programa de proteção respiratório.	Evitar danos oriundos da exposição a poeiras Sílica	Utilização de EPIs adequados e aplicação de testes de qualidade do ar	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	Controle em prática	Manter
7	Exista presença constante de ruído	Utilização de EPIs adequados ao nível de ruído	Evitar danos oriundos da exposição a ruídos	Utilização de EPIs adequados	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	Controle em prática	Manter
8	Houver atropelamento durante o transporte da amostra	Demarcação do local usado para o transporte	Evitar atropelamento do funcionário	Utilização de barreiras físicas como cones e barreiras	Trajeto de coleta da amostra	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
9	Carga de trabalho em posições não adequadas	Correção da postura nos processos do laboratório	Evitar riscos devido a postura do funcionário	Correção através de procedimentos para as atividades	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	2º semestre 2024	Melhorar
10	Cortes por máquinas cortantes perfurantes	Utilização de EPIs	Evitar cortes e perfurações	Utilização de EPIs adequados	Processos que utilizam máquinas rotativas	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
		Treinamentos		Ministrar treinamentos sobre máquinas rotativas	Laboratório	Segurança do Trabalho	1º semestre 2024	Introduzir

11	Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	Utilização de EPIs	Evitar queimaduras	Utilização de EPIs adequados	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
		Sinalização do local		Sinalizar locais de trabalho a quente	Laboratório	Segurança do Trabalho	1º semestre 2024	
		Instalação de barreiras físicas		Instalação de barreiras para evitar contato com superfícies e equipamentos com temperatura elevada	Laboratório	Setor de engenharia da empresa	2º semestre 2024	
12	Haver contato com animal peçonhento	Utilização de EPIs	Evitar contato com animais peçonhentos	Utilização de EPIs adequados	Laboratório	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
		Treinamentos		Ministrar treinamentos sobre animais peçonhentos	Laboratório	Segurança do Trabalho	1º semestre 2024	Introduzir
13	Houver queda de trabalhador, nível do solo	Adequação dos locais de possível queda	Evitar quedas ao nível do solo	Melhorias em elevações e instalação de fitas antiderrapantes	Laboratório	Setor de engenharia da empresa	2º semestre 2024	Introduzir
14	Houver fadiga visual, devido à má iluminação	Controle de Iluminação	Evitar danos relacionados a falta de iluminação adequada	Substituição de lâmpadas fora de funcionamento e manutenção frequente	Sala 1 e Sala 2	Setor de engenharia da empresa	1º semestre 2024	Melhorar
15	Se houver lesões por esforço repetitivo	Melhorar procedimentos dos trabalhos realizados	Evitar LER/DORT	Melhoria nos procedimentos de análise de CBUQ	Em todos os processos do laboratório	Segurança do Trabalho	2º semestre 2024	Melhorar

Figura 36 Plano de ação do cenário A

Fonte: Elaborado pelo Autor

O plano de ação relativo ao Cenário A incorpora as medidas destinadas à redução de riscos nas atividades do laboratório. Inicialmente, identificamos os riscos 1, 4, 5, 6 e 7, os quais já estão sob tratamento pela empresa. Portanto, é relevante a manutenção dessas medidas, pois elas têm-se mostrado suficientes na mitigação dos riscos existentes.

No que tange aos riscos 2, 3, 9, 14 e 15, é necessário aprimorar as estratégias já presentes nos procedimentos laboratoriais. Os riscos 2 e 3 dizem respeito à possibilidade de quebra de recipientes de análise e a queimaduras decorrentes da manipulação de amostras de CBUQ. Para lidar com esses desafios, se faz necessário a implementação de aventais que proporcionem proteção ao tronco dos colaboradores. Contrariamente ao cenário atual, que se resume ao uso de luvas e proteções faciais, tal medida abrangeria uma proteção mais abrangente ao corpo, minimizando os riscos para o tronco.

Os riscos 9 e 15 derivam de posturas inadequadas e movimentos repetitivos durante os processos. Essas preocupações serão abordadas por meio da introdução de protocolos destinados a diminuir tais riscos. Os funcionários serão orientados a adotar precauções que visem a reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos indesejados e doenças relacionadas a esses riscos.

Relativo ao evento 14, refere-se à deficiência de iluminação no ambiente do laboratório. Essa questão será tratada através da manutenção das lâmpadas e da implementação de uma rotina de inspeção, assegurando a prevenção de situações semelhantes no futuro.

Em relação aos riscos que atualmente não possuem tratativas, foram evidenciados os riscos 8,10,11,12 e 13, para estes casos foram criadas ações a serem implantadas de forma a haver tratamento do cenário atual.

4.1.7.1 Tratativas para risco de atropelamento durante o transporte da amostra (risco 8)

Para este caso, foi proposto a inserção de delimitações da rota utilizada pelo funcionário, através de sinalização e barreiras física, devido a rotatividade dos serviços realizados na usina, essa sinalização deverá ser de tipo móvel, sendo instalada no início das atividades e retirada após seu término. Essa sinalização deve conter cones ou barreiras plásticas bem como fita zebra e sinalização com luz intermitente e deve ser posta pelo funcionário no local indicado conforme

procedimento aplicado pela área de segurança do trabalho da empresa. Uma imagem ilustrativa deste tipo de sinalização é apresentada na Figura 37.



Figura 37 Cones com sinalização

Fonte: <https://www.damatasolar.com.br/sinalizadores-eletronicos-solar-led/sinalizador-super-12-leds-plus-dia-e-noite.html>

Cabe destacar que a sinalização com cones deve seguir a norma NBR15071 DE 07/2022 - Dispositivos auxiliares - Cones para sinalização viária, que determina a sinalização de tráfego urbano, rodoviário, estacionamentos, shoppings, hipermercados, postos de combustíveis, eventos e obras. (Brasil,2022)

4.1.7.2 **Tratativas para cortes por máquinas e dispositivos cortantes e perfurantes (risco 10)**

As máquinas perfurocortantes utilizadas no laboratório são furadeiras e lixadeiras. Para sua operação deverá ser utilizados equipamentos de proteção específicos, como luva e óculos de proteção, que permitam evitar o contato de partículas ou fagulhas em partes sensíveis do corpo. Além disso, a área de segurança do trabalho irá ministrar o curso referente a NR-12, que trata de proteção no uso de máquinas e equipamentos.

4.1.7.3 **Tratativas contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ (risco 11)**

Para o risco de contato com superfícies quentes são necessários a implantação de ações para mitigar este risco, visto que existe a ineficiência ou falta de métodos de controle para tal.

Inicialmente, deverá ser disponibilizado avental, já citado na Figura 28, para proteção do tronco dos trabalhadores, que atualmente utilizam apenas luvas e protetor facial, o que agrava o risco de contato do funcionário com as superfícies quentes do laboratório.

A segunda ação se refere à sinalização dos locais com superfície quente. Atualmente, a sinalização é deficitária, havendo apenas 2 placas de superfície quente. Desta forma, deve incluída diversas placas de sinalização como a mostra a Figura 38



Figura 38 Placa de sinalização de superfície quente
Fonte: <https://www.isinaliza.com/placa-perigo--superficie-quente-nao-toque/p>

Esta sinalização deve respeitar o estipulado pela NR-26 que determina as características relativas a sinalização de segurança no ambiente de trabalho.

Por fim, deve ser empregado barreiras físicas que impeçam o contato do trabalhador com superfícies quentes, devido ao fato que atualmente estas barreiras são inexistentes, conforme a Figura 39 e Figura 40.



Figura 39 Corpos de prova aquecidos
Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 39 existem corpos de prova expostos sem proteção nenhuma contra contato acidenta, conforme Figura 33 a temperatura chega a aproximadamente 160°C.



Figura 40 Corpos de prova aquecidos
Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 40 mostra um fogão para análise sem barreira para contato dos funcionários com sua superfície quente, sendo necessário barreira física que impeça algum contato acidental. As barreiras devem ser instaladas de forma a evitar contato acidental e pintadas na cor amarela para facilitar a visualização das mesmas, como observado na Figura 41.



Figura 41 Barreiras físicas

Fonte: <https://protec.belgo.com.br/maquinas-e-equipamentos/>

4.1.7.4 **Tratativas para evitar exposição a animal peçonhento (risco 12)**

Os riscos associados a animais peçonhentos estão em todos os processos do laboratório, visto que o mesmo está dentro de uma região de mata nativa, e se faz necessário ações para mitigação deste risco.

Atualmente os serviços externos são realizados sem a utilização de perneiras Figura 42, desta forma a utilização desta EPIs são de extrema importância, visto que a presença destes animais e constante devido ao ambiente como já citado.



Figura 42 Perneira protegendo funcionário de cobra

Fonte: <https://www.segurançadotrabalho.ufv.br/a-importancia-do-uso-da-perneira-em-areas-rurais/>

Além dos EPIs, deve ser ministrado treinamento por parte da área de segurança sobre o contato com animais peçonhentos, elencando a necessidade de limpeza dos locais, verificação de calçados e artigos de vestuário antes do uso e ações caso existe algum acidente envolvendo este cenário.

4.1.7.5 **Tratativas para queda de trabalhador, nível do solo (risco 13)**

O prédio do laboratório não possui diferenças de nível como degraus ou escadas, porém existe grande movimentação dentro das salas, sendo a área externa não pavimentada, o que em dias de chuva torna o piso escorregadio. Portanto, há a possibilidade de quedas, sendo que será instalado fitas ante escorregamento nas salas 1 e 2 junto as portas e nas regiões de maior fluxo de funcionário com transporte de amostras quentes.

4.1.8 ***Plano de ação para o cenário B***

O cenário B difere do cenário A na questão de necessidade de obras para implantação de medidas de controle mais eficazes na mitigação dos riscos mais impactantes segundo o estudo dos processos do laboratório. Desta forma o cenário utiliza as mesmas medidas nos demais riscos, exceto os da Figura 43 que são tratados de forma mais abrangente.

Plano de Ação para Cenário B								
N	Descrição	What O que	Why Porque	How Como	Where Onde	Who Quem	When Quando	Análise Status
6	Houver atropelamento durante o transporte da amostra	Local que evite a necessidade de deslocamento do funcionário junto ao trânsito de veículos	Evitar atropelamento do funcionário	Construção de plataforma para retirada de amostra de CBUQ	Adjacente ao laboratório	Setor de engenharia da empresa	1º semestre 2025	Introduzir
9	Contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ	Utilização de EPIs	Evitar queimaduras	Utilização de EPIs adequados	Em todos os processos do laboratório	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
		Sinalização do local		Sinalizar locais de trabalho a quente	Laboratório	Segurança do Trabalho	1º semestre 2024	
		Instalação de barreiras físicas		Instalação de barreiras para evitar contato com superfícies e equipamentos com temperatura elevada	Laboratório	Setor de engenharia da empresa	2º semestre 2024	
		Adequação do Layout das salas		Instalação de todos os equipamentos de trabalho a quente na mesma sala	Laboratório	Setor de engenharia da empresa	1º semestre 2025	
10	Haver contato com animal peçonhento	Utilização de EPIs	Evitar contato com animais peçonhentos	Utilização de EPIs adequados	Laboratório	Funcionários	1º semestre 2024	Introduzir
		Treinamentos		Ministrar treinamentos sobre animais peçonhentos	Laboratório	Segurança do Trabalho	1º semestre 2024	
		adequação do laboratório		Instalação de telas nas aberturas em torno do laboratório	Laboratório	Setor de engenharia da empresa	1º semestre 2025	

Figura 43 Riscos tratados no Cenário B
 Fonte: Elaborado pelo Autor

4.1.8.1 **Tratativas para o risco de atropelamento durante o transporte da amostra (risco8)**

Para esta tratativa será construída uma plataforma para coleta de amostra de CBUQ adjacente ao laboratório. Assim, não haverá mais risco de atropelamento devido a extinção do perigo, uma vez que não haverá mais trânsito de veículos junto ao transporte da amostra. A plataforma a ser construída será similar a Figura 44.



Figura 44 Plataforma para Coleta de amostra de CBUQ
Fonte: Elaborado pelo Autor

A plataforma deve ser de cor amarela para ser de fácil visualização, bem como possuir guarda corpo para evita a queda do funcionário, além de possuir linha de vida para maior segurança durante a coleta de amostras, a proximidade com o laboratório em a diferença do percurso está demonstrada na Figura 45.



Figura 45 Localizações dos pontos de coleta de CBUQ
Fonte: Elaborado pelo Autor

O laboratório está localizado no círculo branco na imagem da Figura 45, enquanto a proposta de instalação da plataforma encontra-se no círculo laranja. Atualmente, a coleta de amostras é realizada no local indicado pelo círculo vermelho, próximo à usina de asfalto.

4.1.8.2 **Tratativas contato com superfícies quentes nas análises de CBUQ (risco 11)**

Para implementar essa abordagem, não apenas deve ser adotado medidas de sinalização e instalar barreiras físicas, mas também será redesenhado o layout. A ideia é centralizar todas as máquinas de análises a quente em uma única sala, como ilustrado na Figura 46. Isso contribuirá para uma organização mais eficiente e otimizada do espaço, evitando contato ocasional de funcionário com estas superfícies, visto que não será compartilhada a sala com outras análises de CBUQ.

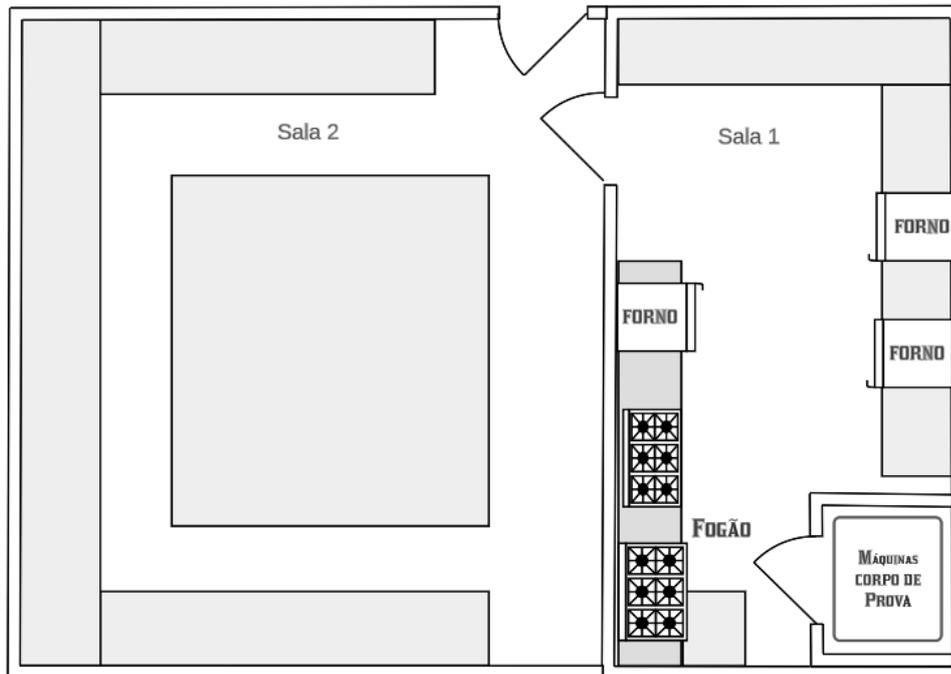


Figura 46 Adequação do Layout da Sala 1
Fonte: Elaborado pelo Autor

Para essa reorganização do layout, será necessário implementar uma infraestrutura elétrica para os fornos, bem como uma infraestrutura de gás para os fogões. Além disso, se faz necessário instalar sistemas de exaustão adequados para ambos os equipamentos. Essas modificações visam garantir um ambiente funcional e seguro, permitindo o pleno funcionamento dos equipamentos de forma eficiente e segura.

4.1.8.3 **Tratativas para contato com animal peçonhento (risco 12)**

Neste caso para reforçar ainda mais as medidas de controle, além dos treinamentos e da utilização de perneiras. Deve haver a instalação de telas de proteção em torno do laboratório, assim como nas janelas e portas. Essa abordagem adicional busca criar uma barreira física mais eficaz contra a entrada indesejada de animais peçonhentos, tornando o ambiente de trabalho seguro e minimizando qualquer risco de incidentes com estes animais. Combinando o uso correto de equipamentos de proteção individual com essas medidas estruturais, será mitigado de forma mais abrangente este risco.

4.1.9 ***Algumas ações complementares de ordem geral e observações quanto à sua implementação***

Em ambas as estratégias que podem ser abordadas, é crucial implementar medidas de controle voltadas para o monitoramento e aprimoramento dos resultados alcançados. Para este fim, a incorporação de indicadores de desempenho das ações delineadas pelo plano escolhido se faz indispensável.

O progresso na implementação das abordagens de controle será submetido a avaliações mensais. Estas avaliações compreenderão visitas presenciais ao laboratório, onde os métodos estão sendo implantados, e reuniões englobando os gestores responsáveis juntamente com os técnicos de segurança do trabalho.

Essa abordagem permitirá uma avaliação do processo, identificando os pontos de sucesso e possíveis casos de controle a ser melhorados, visando a consecução dos objetivos estabelecidos de forma eficiente e eficaz,

Durante o estudo foram levantados riscos inicialmente considerados improváveis devido à falta de reflexão sobre os processos do laboratório, que vieram à tona graças à análise conduzida durante as etapas de trabalho. Com destaque para ações aparentemente óbvias e imediatas revelaram-se menos evidentes antes da implementação das etapas de gestão de riscos, como a utilização de EPIs como perneiras e aventais.

Nas análises foi observado que as ações utilizadas são de caráter reativo, sendo que as medidas já utilizadas provem de incidentes anteriores, sendo que não existe uma análise preventiva, sendo esta lacuna, resolvida pelo estudo realizado durante este trabalho.

Outro ponto importante de avaliação é relativo as descobertas vinculadas à participação e assimilação por parte dos funcionários ao longo de todo processo. Pode-se inferir que muitos deles podem ter reconhecido a importância da proposta do trabalho, fator que estimulou poderá aumentar sua vigilância em relação a pontos passíveis de aprimoramento, que até então, poderiam ter sido inadvertidamente desconsiderados.

5 CONCLUSÕES

Relativo ao objetivo geral do estudo, que buscava estabelecer aplicação de técnicas de gestão de riscos para as atividades de análise da produção de CBUQ em um laboratório situado na cidade de Capão do Leão - RS, foi atingido, através da identificação, análise e avaliação dos riscos presentes nos processos de verificação de CBUQ, e a criação de planos de ação para eliminar ou mitigar os riscos encontrados.

Para atingimento do objetivo geral, foram alcançados os objetivos específicos que primeiramente consistiam em desenvolver uma revisão da literatura considerando os riscos das atividades ligadas a análise de produtos asfálticos. Foram analisados artigos e literatura sobre a produção e análise de produtos asfálticos. Posteriormente com este embasamento teórico foi possível verificar as atividades realizadas no laboratório através de visita ao local e fazer o levantamento dos riscos das atividades do local através das ferramentas presentes na NBR ISO/IEC 31010:2012, sendo por fim elaborado planos de ação para mitigação dos riscos ou eliminação dos perigos presentes.

Entre os aspectos principais do trabalho, foi observado à falta de reflexão sobre os riscos envolvendo os processos do laboratório, em destaque a descoberta de ações aparentemente óbvias, porém subestimadas antes da implementação das ferramentas da gestão de riscos, como a utilização de certos EPIs. As análises evidenciaram a natureza reativa das medidas em uso, derivadas de incidentes ocorridos, expondo a ausência de uma abordagem preventiva, sendo está uma lacuna abordada no estudo. Outro ponto importante foi a conscientização dos funcionários ao longo do processo.

Para futuros trabalhos, esboçamos reavaliar este estudo, utilizando os dados coletados durante visitas de análise do plano de ação. O objetivo é avaliar o progresso dos planos de ação, bem como verificar a eficácia e a necessidade de expandir as ações relacionadas aos processos avaliados. Além disso, os próximos estudos podem também abranger os processos da usina de asfalto e das frentes de trabalho na rodovia.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000:2018** Gestão de Riscos: Diretrizes. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNTa – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 45001:2018** Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional: Requisitos com Orientação para Uso. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT. 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISSO/IEC 31010:2012**: Gestão de Riscos: Técnicas para o Processo de Avaliação de Riscos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15071**. Segurança no tráfego – Cones para sinalização viária. Rio de Janeiro, 2022.

BERNSTEIN, Peter. **Desafio aos Deuses: A fascinante história do risco**. 23 ed. Trad. Ivo Korylowski. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997

BERNUCCI, L. B., MOTTA, L. M. G. da, CERATTI, J. A. P., SOARES, J. B.. **Pavimentação Asfáltica, formação básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro. 2006.

BERNUCCI, L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J.B. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, Imprinta, 2010

Borges, Guia para Elaboração Do PGR - **Programa de Gerenciamento de Riscos**, Amazon Digital Services LLC, 2020

BRASIL. [**Constituição (1988)**]. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. Departamento da Indústria da Construção. **Estudo da cadeia produtiva do asfalto**: diagnóstico de problema e proposições de aprimoramento. São Paulo (SP): FIESP, 2009. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=2884>>. Acesso em: 21 mar. 2023

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 1: **Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. 02 mar. 2023a. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-01-atualizada-2022-1.pdf/view>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Normas Regulamentadoras**: 14 fev. 2023b. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e>

saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 1: Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais**. 02 mar. 2023c. Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-01.pdf/view>. Acesso em: 21 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 9: Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos**. 22 nov. 2020. Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 28: **FISCALIZAÇÃO E PENALIDADES**. 29 dez. 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-28-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

Confederação Nacional do Transporte (CNT). **Anuário CNT do transporte 2021** –. Disponível em: < <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/File/PrincipaisDados.pdf> >. Acesso em: 09 mar.

CNT. Anuário CNT do transporte 2021 -. Disponível em >

COSTELLA, M. F.; OLIVEIRA, A. C. O.; BAU, M. T. **Lista de verificação das condições e segurança do trabalho na execução de obras rodoviárias**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2012, Juiz de Fora., Anais [...] Juiz de Fora, 2012

Da Silva Filho, J. A. **Segurança Do Trabalho - Gerenciamento De Riscos Ocupacionais** - Gro / Pgr,LTR, 2021

ENIT. **Revista da Escola Nacional da Inspeção do Trabalho Ano 6**, (jan./dez. 2022) – Brasília,2022.

FILHO, JOSÉ AUGUSTO DA SILVA, **Segurança do trabalho: Gerenciamento de riscos ocupacionais – GRO/PGR**, editora LTR, 2021.

FONSECA BANDEIRA, R. A. et al. **REVISÃO DA LITERATURA SOBRE A FABRICAÇÃO DE CBUQ (CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE)**. Vetor, v. 29, n. 1-2, p. 34–51, 2019.

FRANCESCO DE CICCIO; MARIO LUIZ FANTAZZINI. **TECNOLOGIAS CONSAGRADAS DE GESTÃO DE RISCOS** (De Cicco & Fantazzini). [s.l.] Risk Tecnologia Editora Ltda, 2003.

GALANTEE, B. FERRÃO. **Princípios de Gestão de Riscos**. Curitiba: Editora Appris, 2015.

LEITE JUNIOR, José. **Análise de risco: Estudo de caso em frente de trabalho na pavimentação com concreto betuminoso usinado a quente**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.6, n.4, p. 371-01, 371-20, 2021

MONTE, D. M. F. M.; PEREIRA, D. A. M.; SANTOS, M.; SILVA, P. A. L. **IDENTIFICAÇÃO POR MEIO DE VANT DOS RISCOS OCUPACIONAIS DE OPERÁRIOS NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**. in: Simpósio de Engenharia de Produção, 27., 2020. Bauru. Anais[...]. Bauru: UNESP, 2020.

OBSERVATÓRIO DIGITAL DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO (MPTOIT). Smartlab. 2023. Disponível em: <<https://observatoriosst.mpt.mp.br/>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

OLIVERIA, A. N. C, MASO, R.A. **A política de transporte rodoviário do Rio Grande do Sul entre 1995 e 2016**. 67. Ind. Econ. FEE, Porto Alegre, v. 45, n. 2, p. 65-78, 2017

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

RANGEL, S. V. D. et al. **SEGURANÇA EM PRÁTICAS DE ENSINO EM LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA**. Revista Práxis, v. 6, n. 12, 5 dez. 2014.

RIBAS, Manoela Sêcco. **Riscos e agentes químicos na pavimentação com Cimento Asfáltico de Petróleo**. 2012. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do trabalho), Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.

RODEGHIERO NETO, I. ; ROSA, L. K. ; FRANZ, L. A. S. ; FERRO, F. A. E. . **Uma investigação quanto aos riscos prioritários no canteiro de obras da construção de uma barragem**. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - XXXIV ENEGEP, Curitiba. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2014.

Ruppenthal, Janis Elisa. **Gerenciamento de riscos**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; RedeTec Brasil, 2013. 120 p.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**. Vol. I. São Paulo: Editora Pini. 2007. 779 p.

SERNA, H. A. L.; REZENDE, M. M. **Agregados minerais**. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Agregado para a construção civil. BrasíliaDF: DNPM, 2013. p. 602.

SERRANO, J. L. A **DIFERENÇA RISCO/PERIGO**. Novos Estudos Jurídicos, Itajaí (SC), v. 14, n. 2, p. 233–250, 2009. DOI: 10.14210/nej.v14n2.p233-250. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/1776>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SILVA, Adriano A. R.; BEMFICA, Gisela do Couto. **Segurança no trabalho na construção civil: uma revisão bibliográfica**. Revista Pensar Engenharia, v.1, n.1. Jan. 2015.

TCU. **Manual de gestão de riscos do TCU / Tribunal de Contas da União**. –Brasília. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SEPLAN), 2020.46 p

Usinas da Ciber atuam em obras da Argélia. Usina de notícias, 16, p.6-7, dezembro, 2007.

VIDAL, M. C. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho na empresa**: Uma metodologia realista, ordenada e sistemática. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2008.

ZANEL. **Site institucional**, 2023. Disponível em :< <https://zanel.com.br/produtos-raspa-e-vaqueta-category/aventais-de-raspa/> >. Acesso em: 23/07/2023

ANEXO A – PROCESSO DA FERRAMENTA TÉCNICA ESTRUTURADA "E SE" (SWIFT)

Processo descrito na página 39 da norma ABNT NBR ISSO IEC 31010

O processo geral é o seguinte:

- a) Antes do início dos estudos, o facilitador prepara uma lista de instruções adequada de palavras ou frases que podem ser baseadas em um conjunto padrão ou serem criadas para possibilitar uma análise crítica abrangente dos perigos ou riscos.
- b) Na oficina de trabalho, os contextos externo e interno do item, sistema, mudança ou situação e o escopo do estudo são discutidos e acordados.
- c) O facilitador pede aos participantes para levantar e discutir: — riscos e perigos conhecidos; — experiência e incidentes anteriores; — os controles conhecidos e existentes e as salvaguardas; — os requisitos regulatórios e restrições.
- d) A discussão é facilitada pela criação de uma pergunta utilizando uma frase 'e se' e uma palavra de instrução ou assunto. As frases 'e se' a serem utilizadas são "e se ..", "o que aconteceria se ""alguém ou alguma coisa poderia ..", "há alguém ou alguma coisa que nunca ..". A intenção é estimular a equipe de estudo a explorar cenários potenciais, suas causas e consequências e impactos.
- e) Os riscos são resumidos e a equipe considera controles existentes.
- f) A descrição do risco, suas causas, consequências e controles esperados são confirmados com a equipe e registrados.
- g) A equipe considera se os controles são adequados e eficazes e acorda uma declaração da eficácia do controle de risco. Se isto for menos do que satisfatório, a equipe também considera tarefas de tratamento de risco e controles potenciais definidos.
- h) Durante esta discussão, questões adicionais 'e se' são colocadas para identificar riscos adicionais.
- i) O facilitador utiliza a lista de instruções para monitorar a discussão e sugerir questões e cenários adicionais para a equipe discutir.
- j) É normal utilizar um método de processo de avaliação de riscos qualitativo ou semi-quantitativo para classificar as ações criadas em termos de

prioridade. Este processo de avaliação de riscos é normalmente conduzido levando em consideração os controles existentes e a sua eficácia.

ANEXO B – PROCESSO DA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE ÁRVORE DE FALHAS (FTA)

Processo descrito na página 51-52 da norma ABNT NBR ISO IEC 31010

As etapas para o desenvolvimento de uma árvore de falhas são as seguintes:

- O evento de topo a ser analisado é definido. Este pode ser uma falha ou pode ser um resultado mais abrangente dessa falha. Quando o resultado é analisado, a árvore pode conter uma seção relacionada à mitigação da falha concreta.
- iniciando com o evento de topo, os possíveis modos de falha e causas imediatos que conduzem ao evento de topo são identificados.
- Cada um destes modos causas/falhas é analisado para identificar como sua falha poderia ter sido causada
- A identificação passo a passo da operação indesejada do sistema é acompanhada até níveis sucessivamente inferiores do sistema até que uma análise adicional se torne improdutiva. Em um sistema de equipamento isto pode ser o nível de falha do componente. Eventos e fatores causais no nível mais baixo do sistema analisado são conhecidos como eventos de base.
- Quando probabilidades podem ser atribuídas a eventos de base, a probabilidade do evento de topo pode ser calculada. Para que a quantificação seja válida, deve ser possível demonstrar que, para cada porta, todas as entradas são tanto necessárias quanto suficientes para produzir o evento de saída. Se este não for o caso, a árvore de falhas não é válida para a análise de probabilidade, mas pode ser uma ferramenta útil para mostrar relações causais.

Como parte da quantificação, a árvore de falhas pode necessitar ser simplificada utilizando álgebra Booleana para levar em conta os modos de falha duplicados.

Assim como fornece uma estimativa da probabilidade do evento principal, conjuntos mínimos de corte, os quais formam caminhos individuais separados para o evento principal, podem ser identificados e sua influência no evento de topo calculada.

Exceto para árvore de falhas simples, um pacote de software é necessário para manipular apropriadamente os cálculos quando eventos repetidos estiverem presentes em diversos locais na árvore de falhas e para calcular os conjuntos mínimos de corte. As ferramentas de software ajudam a assegurar a consistência, correção e verificabilidade.