



PRIORIZAÇÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO COM A ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL HAZOP (MHAZOP)

Eva Maria Morais de Azevedo (UFPE) evamoraisazevedo@gmail.com

Thalles Vitelli Garcez (UFPE) thalles.garcez@ufpe.br

Resumo

O gerenciamento de riscos presentes nas organizações, relacionados a todos os fatores que podem impactar o negócio, torna-se vital no processo de tomada de decisão. Ao avaliarmos os riscos ocupacionais, decisões errôneas tem como impacto a vida dos colaboradores expostos a estes riscos, podendo muitas vezes ser irreversível, ocasionando danos à imagem da organização, ao clima do ambiente laboral e familiar. Portanto, o gerenciamento desses riscos é fundamental para assegurar o processo desde a identificação até o controle do risco. Este estudo, aborda a aplicação da metodologia MHAZOP em uma indústria do setor automotivo, com foco na identificação, ordenação e controle dos riscos ocupacionais de um de seus processos. O MHAZOP realiza uma análise Multidimensional da metodologia HAZOP, sendo este um modelo de decisão multicritério que integra a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) com a metodologia HAZOP, o que permite considerar múltiplos critérios estabelecidos pelo decisor durante a avaliação dos riscos.

Palavras-Chaves: Gerenciamento de risco, Decisão Multicritério, Multidimensional HAZOP, Segurança do Trabalho.

1. Introdução

O gerenciamento de riscos presentes nas organizações, relacionados a todos os fatores que podem impactar o negócio, torna-se vital no processo de tomada de decisão. Os riscos ocupacionais, que são relacionados as atividades laborais dos colaboradores, têm o potencial de causar danos as pessoas e a empresa e, por isso necessitam ser gerenciados e mitigados. O principal meio de garantir melhores condições de trabalho e prevenir acidentes e doenças ocupacionais é o gerenciamento dos riscos, que, por sua vez, dispõe de diferentes metodologias que auxiliam na identificação, avaliação, controle e prevenção de riscos (BARBOSA, 2021). No Brasil, as Normas Regulamentadoras (NRs) existem para impulsionar as melhorias das condições de segurança. No seu processo de atualização, a NR-01 e NR-09 passou a exigir das organizações um programa de gerenciamento de riscos de forma a abranger todos os riscos ocupacionais presentes em exposição dos colaboradores a agentes físicos, químicos, biológicos,



ergonômicos e de acidente (LUCIANO et al., 2020). Segundo a NR-01, os riscos devem ser evitados, identificados, avaliados e classificados. Após a classificação de riscos, devem-se implementar medidas de prevenção de acordo com a seguinte prioridade: eliminação dos fatores de risco, minimização e controle dos fatores de risco, com a adoção de medidas de proteção coletiva, minimização e controle dos fatores de risco, com a adoção de medidas administrativas ou de organização do trabalho e adoção de medidas de proteção individual (BRASIL, 2020). Os gestores das organizações precisam estar atentos as exigências das normas regulamentadoras, além dos demais interesses da empresa e deve considerá-las no momento de tomada de decisão. Existe alguns métodos, utilizados na área de gerenciamento de risco, para esse processo de identificação, avaliação e classificação de risco que auxiliam os decisores na tomada de decisão. O modelo de avaliação de risco Multidimensional HAZOP (MHAZOP), possui uma análise estruturada que considera a agregação de múltiplos critérios e as preferências do decisor em relação ao risco. Para tanto, este trabalho aplicará o MHAZOP para avaliar os riscos ocupacionais de uma indústria do setor automotivo.

2. Gerenciamento de risco ocupacionais

O gerenciamento de riscos organizacionais visa prevenir problemas potenciais das organizações e estabelecer planos de ação para quando os mesmos acontecem (COZE et al., 2003). O gerenciamento de riscos ocupacionais, possibilita ao homem uma convivência segura com os riscos a que estão expostos durante sua jornada de trabalho, executando suas atividades com maior segurança e protegendo o indivíduo (PROCORO e DUARTE, 2006). O gerenciamento dos riscos ocupacionais em uma organização tem o objetivo de antecipar possíveis riscos através da identificação e análise, além de dar suporte na tomada de decisão e direcionar ações preventivas para os riscos ocupacionais.

Gerenciar o risco ocupacionais, significa trabalhar com aspectos corretivos e preventivos, sendo este último o principal foco. Como consequência de um bom gerenciamento de risco, tem-se o aumento da satisfação dos colaboradores e a redução do número de ocorrências que geram danos tangíveis e intangíveis as organizações. Os acidentes nas rotinas das atividades além de causar danos aos colaboradores são prejudiciais à organização, possibilitando uma repercussão na sua imagem, devido a incêndios e explosões, por exemplo, devido a maior gravidade, e caso isto ocorra de maneira frequente reforça a necessidade do melhor gerenciamento do risco (MATTOS, 2011). A equipe de saúde e segurança do trabalho é responsável pela identificação dos fatores de risco ocupacionais que possam ocasionar alguma ocorrência, além de avaliar os

possíveis danos à saúde dos colaboradores e definir quais as medidas de controle e intervenção que são necessárias para redução do risco nos ambientes de trabalho (MATTOS et al., 2011). Entretanto, os diferentes riscos requerem uma política de priorização, sendo esta vital para a elaboração de um plano de gestão de riscos viável.

3. Multidimensional HAZOP (MHAZOP)

A análise Multidimensional HAZOP, é um modelo de decisão multicritério que integra a Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) com a metodologia HAZOP (GARCEZ e ALENCAR, 2022). O MHAZOP é um método construído por dezoito etapas, sendo elas:

- Etapa 1: Definir o decisor;
- Etapa 2: Definir dos objetivos e da equipe que participará da análise;
- Etapa 3: Descrever como ocorrerá a coleta de dados, o método de registro, o cronograma das atividades;
- Etapa 4: Definir qual o sistema do processo de produção será avaliado no MHAZOP, através da definição de critérios a serem avaliados condizente com os objetivos estabelecidos pelo decisor;
- Etapa 5: Definir os parâmetros do processo;
- Etapa 6: Identificar os potenciais desvios, através da combinação das palavras guias com os parâmetros definidos. Avaliando a criticidade do impacto dessa combinação de desvios, sejam eles maiores ou menores;
- Etapa 7: Identificar os cenários, listando potenciais causas e seus efeitos;
- Etapa 8: Estimar a zona de perigo, que pode ser determinada pela área ou diâmetro, ou distância da fonte do perigo;
- Etapa 9: Incorporar a estrutura de preferência do decisor. Onde para cada um dos objetivos definidos um atributo ou critério deve ser estabelecido. Nesta etapa é selecionado o método MCDM, neste caso o MAUT;
- Etapa 10: Apontar as medidas de controle implementadas para eliminar ou mitigar os riscos apontados;
- Etapa 11: Definir a função probabilidade das consequências;
- Etapa 12: Definir a probabilidade de ocorrência do cenário;
- Etapa 13: Definir a função perda;
- Etapa 14: Definido os riscos associados a um desvio;
- Etapa 15: Classificar o risco através do cálculo do valor esperado da perda;



- Etapa 16: Realizar a análise de sensibilidade;
- Etapa 17: Apresentar ao decisor e implementar ações após aprovação;
- Etapa 18: Avaliar a eficácia das ações implementadas.

4. Estudo de caso

O presente trabalho foi realizado em uma indústria do setor automotivo, que terá sua identidade preservada. A organização em questão, fornece peças que passam por um processo de fundição durante sua fabricação e necessita de um ordenamento de seus riscos, pois entende que todos são relevantes para o negócio, porém alguns são mais críticos e necessitam de uma atuação primordial em relação aos demais. Estabelecendo assim uma ordem de prioridade para direcionar em tomadas de decisão e ações a serem tomadas. Logo, será utilizada o método Multidimensional HAZOP (MHAZOP), seguindo as dezoito etapas definidas dentro do método.

4.1. Etapa 1: definição do decisor

O decisor neste processo é o gerente corporativo de segurança do trabalho da organização, definido por ser a figura que é o laço entre a operação e a alta direção, responsável por nortear a organização ao alcançar dos seus objetivos estratégicos que abrangem o tema segurança.

4.2. Etapa 2: definição dos objetivos e equipe que participará da análise

A equipe que participou desse processo tem como especialistas os engenheiros e técnicos de segurança do trabalho que são responsáveis diretamente pelo gerenciamento dos riscos ocupacionais junto aos processos produtivos na área produtiva. Além destes, temos o papel de analista, que será o analista de segurança do trabalho da organização e que é responsável pela aplicação do método MHAZOP. O objetivo geral é identificar os riscos ocupacionais críticos da organização que podem afetar seus colaboradores e/ou sua imagem, colocando em risco objetivos estratégicos ligados a satisfação dos seus colaboradores e o crescimento da marca junto aos seus parceiros de negócio. Sendo esperado obter uma ordem que direcione o decisor na tomada de decisão. Logo, podemos ter como objetivos específicos:

- Minimizar o dano as pessoas, sejam elas colaboradores ou não;
- Minimizar o dano a imagem da organização;
- Minimizar a irreversibilidade do dano.



4.3. Etapa 3: descrição de como ocorrerá a coleta de dados, o método de registro e o cronograma de atividades

A coleta de dados ocorreu por meio de um brainstorming conduzido pelo analista junto a equipe de especialistas da organização. As informações coletadas foram inseridas na Figura 1, elaborada de forma a atender aos passos descritos no MHAZOP. Esse processo, ocorreu conforme o planejamento a seguir:

- a) Identificar os atores do MHAZOP;
- b) Explicar o MHAZOP ao decisor;
- c) Definir o espaço a ser avaliado e dos critérios junto ao decisor;
- d) Explicar o MHAZOP, do espaço e dos critérios definidos pelo decisor aos especialistas;
- e) Realizar brainstorming junto a equipe de especialistas;
- f) Registrar as informações em tabela;
- g) Ordenar os riscos críticos levantados;
- h) Apresentar do resultado do MHAZOP para o decisor.

4.4. Etapa 4: definição do espaço a ser avaliado e dos critérios

Nesta aplicação do MHAZOP foi considerado um setor da planta, que aqui denomina-se de Setor Alfa. Ele foi selecionado devido ao número de eventos que ocorreram nos últimos dois anos e que afetaram ou possuíam potencial de afetar a segurança dos colaboradores da organização. O decisor, além da seleção do espaço a ser avaliado, é o responsável por definir quais os critérios que deve ser considerado no MHAZOP. Estes devem representar pontos que podem causar impactos, positivos ou negativos, ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização e assim o direcionem para uma tomada de decisão assertiva. Logo, o decisor definiu três critérios que estão ligados diretamente aos objetivos definidos, são eles:

- C1- Dano as pessoas: este critério tem uma relação de quanto maior pior, representa o potencial do dano nas pessoas que o risco ocupacional pode gerar, o dano pode ser visto em uma escala aonde vai desde um pequeno arranhão, corte, amputação e até mesmo algo fatal;



Figura 1 - Quadro MHAZOP da área alfa

	PARÂMETROS	PALAVRA GUIA	DESVIO	CAUSA	EFEITO	ESTADO DA NATUREZA (Θ)	PROBABILIDADE	Θ _N	ZONA DE PERIGO	MEDIDAS DE CONTROLE
Desvio 1	TEMPERATURA (ADEQUADO 1200°C)	MAIOR QUE	1.700°C	1- ERRO DO OPERADOR NA REGULAGEM DA FONTE DE CALOR 2- EQUIPAMENTO RESPONDENDO DE FORMA ERRADA AO COMANDO 3- TERMÔMETRO DE MONITORAMENTO INFORMANDO VALORES ERRADOS	COMPONENTES DA MISTURA EVAPORA, GERANDO VAPORES TÓXICOS NO AR	Θ ₁ : Vazamento tóxico com devido aumento de temperatura.	0,0625%	99,9375%	PLANTA INDUSTRIAL	1- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO 2- MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA CHAMA 3- INCLUSÃO DA TERMÔMETRO NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA
Desvio 2		MENOR QUE	330°C	1- ERRO DO OPERADOR NA REGULAGEM DA FONTE DE CALOR 2- EQUIPAMENTO RESPONDENDO DE FORMA ERRADA AO COMANDO 3- TERMÔMETRO DE MONITORAMENTO INFORMANDO VALORES ERRADOS	MISTURA SOLIDIFICA, CAUSANDO ENTUPIMENTO DAS TUBULAÇÕES CONECTADAS.	Θ ₂ : Entupimento da tubulação com vazamento de gás devido aumento da pressão.	0,0125%	99,9875%	PLANTA INDUSTRIAL	1- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO 2- MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA CHAMA 3- INCLUSÃO DA TERMÔMETRO NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA
Desvio 3	VOLUME (2% DO COMPONENTE X NA MISTURA)	MENOR QUE	2%	1- RECEITA ERRADA 2- ERRO DO OPERADOR NA SELEÇÃO DE COMPONENTES DA MISTURA 3- FALTA DO COMPONENTE 4- BALANÇA DESREGULADA	NÃO ATINGIMENTO DO PRODUTO FINAL DESTE PROCESSO ESPERADO	Θ ₃ : Perca do lote com maior exposição aos químicos na retirada do produto do recipiente de mistura.	0,0625%	99,9375%	PLANTA INDUSTRIAL	1- PADRÃO VISUAL DA RECEITA 2- TREINAMENTO PERIÓDICO DOS OPERADORES 3- CONTROLE DE ESTOQUE 4- INCLUSÃO DA BALANÇA NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA
Desvio 4		MAIOR QUE	3%	1- RECEITA ERRADA 2- ERRO DO OPERADOR NA SELEÇÃO DE COMPONENTES DA MISTURA 3- FALTA DO COMPONENTE 4- BALANÇA DESREGULADA	REAÇÕES QUE PODEM CAUSAR EXPLOSÕES NO PROCESSO PRODUTIVO	Θ ₄ : explosão no processo seguido de nuvem de químicos tóxicos no ar.	0,0625%	99,9375%	MÁQUINA	1- PADRÃO VISUAL DA RECEITA 2- TREINAMENTO PERIÓDICO DOS OPERADORES 3- CONTROLE DE ESTOQUE 4- INCLUSÃO DA BALANÇA NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA 5- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 5	NÍVEL DA ÁGUA NA CENTRAL DE ABASTECIMENTO (90% DA CAPACIDADE TOTAL)	MAIOR QUE	100%	1- SENSOR DE NÍVEL QUEBRADO OU DESREGULADO	VAZAMENTO DE ÁGUA DA TORRE DE RESFRIAMENTO	Θ ₅ : Vazamento de água seguido de um alagamento da estação de trabalho podendo ocasionar quedas	0,1000%	99,9000%	MÁQUINA	1- SENSOR DE NÍVEL NO PLANO DE MANUTENÇÃO 2- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 6		MENOR QUE	90%	1- SENSOR DE NÍVEL QUEBRADO OU DESREGULADO 2- BOMBA QUEBRADA 3- VÁLVULA ALIMENTADORA QUEBRADA 4- FILTROS DA BOMBA TAPADOS 5- VÁLVULA FECHADA 6- FALTA DE ENERGIA	FALTA DE ÁGUA NA TUBULAÇÃO RESPONSÁVEL PELO RESFRIAMENTO DO SISTEMA.	Θ ₆ : falta de água com superaquecimento e a geração de vapores tóxicos.	0,0400%	99,9600%	PLANTA INDUSTRIAL	1- SENSOR DE NÍVEL NO PLANO DE MANUTENÇÃO 2- MANUTENÇÃO DA BOMBA, DAS VÁLVULAS, DOS FILTROS. 3- PADRÃO VISUAL DA DIREÇÃO DA VÁLVULA 4- OUTRA FONTE DE ENERGIA PARA LIGAR A BOMBA (MECÂNICA A DIESEL) 5- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 7	PRESSÃO (2,5 bar)	MAIOR QUE	4 bar	1- SISTEMA DE CONTROLE DE PRESSÃO DESREGULADO OU QUEBRADO	CONSUMO ELEVADO DE GÁS, CAUSANDO ROMPIMENTO DA TUBULAÇÃO DE GÁS	Θ ₇ : rompimento da tubulação com incêndio.	0,0125%	99,9875%	COMUNIDADE	1- MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE DA PRESSÃO 2- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 8		MENOR QUE	2 bar	1- SISTEMA DE CONTROLE DE PRESSÃO DESREGULADO OU QUEBRADO 2- TUBULAÇÃO COM VAZAMENTO	PERDA DE EFICIÊNCIA DOS QUEIMADORES	Θ ₈ : queimadores não mantém a chama acessa e gera vazamento de gás.	0,0125%	99,9875%	MÁQUINA	1- MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE DA PRESSÃO 2- INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO PERIÓDICA DA TUBULAÇÃO 3- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 9	FLUXO (ÁGUA NA TUBULAÇÃO DE RESFRIAMENTO)	NENHUM	SEM FLUXO	1- FALTA DE ÁGUA 2- ENTUPIMENTO OU VAZAMENTO NA TUBULAÇÃO 3- SISTEMA DE CONTATO COM A BOMBA DANIFICADO 4- VÁLVULAS FECHADAS	NÃO RESFRIAMENTO DO SISTEMA, CAUSANDO SUPERAQUECIMENTO	Θ ₉ : superaquecimento do sistema com geração de vapores tóxicos	0,0125%	99,9875%	PLANTA INDUSTRIAL	1- MANUTENÇÃO DA BOMBA, DAS VÁLVULAS, DOS FILTROS 2- MANUTENÇÃO E LIMPEZA PERIÓDICA DA TUBULAÇÃO 3- MANUTENÇÃO DO SISTEMA DA BOMBA 4- PADRÃO VISUAL DA POSIÇÃO DA VÁLVULA 5- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 10		REVERSO	REVERSO	1- AJUSTE DA BOMBA INVERTIDO	NÃO RESFRIAMENTO DO SISTEMA, CAUSANDO SUPERAQUECIMENTO	Θ ₁₀ : superaquecimento do sistema com geração de vapores tóxicos	0,0125%	99,9875%	PLANTA INDUSTRIAL	1- PADRÃO VISUAL DO AJUSTE DA BOMBA 2- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO
Desvio 11	VOLUME + TEMPERATURA	MAIOR QUE	1000°C + >3%	1- ERRO DO OPERADOR NA REGULAGEM DA FONTE DE CALOR 2- EQUIPAMENTO RESPONDENDO DE FORMA ERRADA AO COMANDO 3- TERMÔMETRO DE MONITORAMENTO INFORMANDO VALORES ERRADOS 4- RECEITA ERRADA 5- ERRO DO OPERADOR NA SELEÇÃO DE COMPONENTES DA MISTURA 6- FALTA DO COMPONENTE 7- BALANÇA DESREGULADA	COMPONENTES DA MISTURA EVAPORA, GERANDO VAPORES TÓXICOS NO AR E REAÇÕES QUE PODEM CAUSAR EXPLOSÕES NO PROCESSO PRODUTIVO	Θ ₁₁ : superaquecimento com explosões e formações de gases tóxicos.	0,1250%	99,875%	COMUNIDADE	1- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO 2- MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA CHAMA 3- INCLUSÃO DA TERMÔMETRO NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA 4- PADRÃO VISUAL DA RECEITA 5- TREINAMENTO PERIÓDICO DOS OPERADORES 6- CONTROLE DE ESTOQUE 7- INCLUSÃO DA BALANÇA NO PLANO DE MANUTENÇÃO PARA CALIBRAÇÃO PERIÓDICA 8- TREINAMENTO DO OPERADOR NO PROCEDIMENTO

- C2- Impacto negativo a imagem da empresa: este critério tem relação de quanto maior pior, representa o potencial de que um evento gerado por um risco ocupacional possa ocasionar a imagem da empresa, ou seja, um impacto que não consiga ser mitigado internamente, ultrapassando os limites da organização, atingindo a comunidade. São exemplos: um incêndio grave, que gere explosões ou não possa ser mitigado apenas com os profissionais de brigada interna; um acidente fatal ou grave; um vazamento de gás ou de outro produto químico que possa gerar contaminação ou explosão;
- C3- Irreversibilidade do dano: este critério tem uma relação de quanto maior pior, representa a capacidade de reverter um dano ocasionado devido a sua exposição a um risco ocupacional. A escala desse critério vai desde um colaborador que ao ser exposto ao risco ocupacional tem um acidente fatal, ou de perda de membros ou doença crônica que não consegue reverter o dano causado até um colaborador que sofre um, arranhão, corte ou fratura e após um tempo de tratamento consegue reverter o dano e voltar a suas atividades laborais sem restrições.

4.5. Etapa 5: definir parâmetros do processo (j) e as palavras-guias (g)

Os parâmetros foram descritos diretamente na Figura 1, na coluna PARÂMETROS e PALAVRA GUIA. À medida que as palavras-guias vão chamando elementos que possuem parâmetros definidos para controle do processo, podendo ser eles de temperatura, tempo, altura, fluxo.

4.6. Etapa 6: identificação dos desvios (d) e avaliação da criticidade do impacto da combinação dos desvios $d(i, j \times j, g \times g)$

Identificação dos potenciais desvios, através da combinação das palavras guias com os parâmetros definidos, foram identificados os desvios e a criticidade do impacto dessa combinação. Estando esta informação descrita na Figura 1 no campo DESVIO. Destaca-se que o desvio 11 foi identificado múltiplos parâmetros que podem ocorrer simultaneamente.

4.7. Etapa 7: identificação dos cenários e suas causas e efeitos

Nesta etapa, foi identificado os desvios e listado suas potenciais causas e seus efeitos. Estes, se encontram nas colunas CAUSA e EFEITO da Figura 1. Além disto, nesta etapa, é identificado fatores inerentes ao sistema que estão fora do controle, para este caso temos para cada causa e efeito um único estado da natureza (Θ). Para cada Θ , existe uma probabilidade associada e pode ser visualizada na coluna PROBABILIDADE da Figura 1.

4.8. Etapa 8: definição da zona de perigo

Na determinação da zona de perigo, considerou-se o potencial de alcance, a partir da fonte do risco ocupacional, que o efeito poderia atingir, logo identificou-se as seguintes áreas:

- Máquina: o efeito do risco tem potencial de atingir somente a máquina, são exemplos, parada da máquina, foco de incêndio pontual na máquina, entre outros;
- Planta industrial: o efeito do risco tem potencial de atingir toda a planta, como por exemplo, um incêndio de alta proporção, um vazamento de produto químico em maior escala, um vazamento de vapores tóxicos, vazamento de gás que atinge a planta inteira;
- Comunidade: o efeito do risco tem potencial de causar um dano que atinge a comunidade, como um vazamento de produto químico que não seja contido na instalação, explosões, grandes incêndios, acidentes graves com os colaboradores.

O resultado da avaliação encontra-se na Figura 1, na coluna de ZONA DE PERIGO.

4.9. Etapa 9: definição dos critérios

Para cada um dos objetivos definidos pelo decisor existe um critério para representá-lo. Nesta etapa, é incorporada a estrutura de preferência do decisor que foi identificada por meio de uma entrevista conduzida pelo analista, logo as constantes de escala (K_n) correspondentes a cada um dos critérios definidos foram estimadas por meio de um procedimento de elicitación baseados em comparações de loterias, resultando assim os seguintes valores:

$K_1 = 0,50$; $K_2 = 0,35$; $K_3 = 0,15$. Onde, $K_1 + K_2 + K_3 = 1$.

Na construção da função utilidade, que irá representar um índice de desejabilidade da consequência gerada através de determinada escolha ação, foi obtido pelo processo de loteria, baseado na consequência de um par de cenário, sendo 0 para a melhor consequência e 1 para a pior consequência. Obtendo assim:

- A consequência em C_3 é preferível a consequência C_1 , C_3PC_1 ;
- A consequência em C_3 é preferível a consequência em C_2 , C_3PC_2 ;
- E a consequência em C_2 é preferível a consequência em C_1 , C_2PC_1 .

Para as funções utilidade, temos que:

- $U(C_1)$ = Que é a função utilidade da dimensão dano as pessoas;

- $U(C2)$ = Que é a função utilidade da dimensão impacto negativo a imagem da empresa;
- $U(C3)$ = Que é a função utilidade da dimensão irreversibilidade do dano.

Para os onze desvios identificados, temos um desempenho diferente em cada critério definido e a sua utilidade, definidas assim pelo decisor, baseado nas seguintes classificações:

Para o C1 - Dano as pessoas:

- Não afeta ninguém;
- Afeta colaboradores da organização;
- Afeta colaboradores e comunidade.

Para o C2 - Impacto negativo a imagem da empresa:

- Não afeta a imagem;
- Afeta a imagem para stakeholders internos;
- Afeta a imagem para stakeholders internos e externos.

Para o C3 - Irreversibilidade do dano operacional:

- Totalmente reversível;
- Reversível parcialmente;
- Dano totalmente irreversível.

Na Figura 2 temos os valores obtidos nesse processo, em que demonstra que o decisor é avesso ao risco pela sua atitude diante de determinado risco. Todos os valores foram definidos em processos de interação junto ao decisor. Além disso, temos as colunas que representam as próximas etapas.

Figura 1 – Função utilidade, desempenho dos cenários de desvios nos critérios

Pesos (K)	0,50	0,35	0,15										
Tipo	MIN	MIN	MIN										
	C1	C2	C3	U(C1)	U(C2)	U(C3)	L (U (C1))	L (U(C2))	L(U(C3))	r	Rank	Θ	Θ_n
Desvio 1	1	1	2	0,1	0,2	0,4	-0,1	-0,2	-0,4	-0,9999	9°	0,013%	99,988%
Desvio 2	0	1	0	0,2	0,4	0,6	-0,2	-0,4	-0,6	-0,9999	10°	0,013%	99,988%
Desvio 3	0	1	1	0,2	0,4	0,6	-0,2	-0,4	-0,6	-0,9996	4°	0,063%	99,938%
Desvio 4	2	2	1	0,1	0,2	0,4	-0,1	-0,2	-0,4	-0,9995	3°	0,063%	99,938%
Desvio 5	0	1	0	0,2	0,5	0,5	-0,2	-0,5	-0,5	-0,9994	2°	0,100%	99,900%
Desvio 6	0	0	0	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,9997	5°	0,040%	99,960%
Desvio 7	2	2	2	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,9999	6°	0,013%	99,988%
Desvio 8	0	1	0	0,3	0,5	0,5	-0,3	-0,5	-0,5	-0,9999	11°	0,013%	99,988%
Desvio 9	1	1	1	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,9999	6°	0,013%	99,988%
Desvio 10	1	1	1	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,9999	6°	0,013%	99,988%
Desvio 11	1	1	1	0,1	0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,9989	1°	0,125%	99,875%

4.10. Etapa 10: definição das medidas de controle

As medidas de controle asseguram que as potenciais causas identificadas estão sendo monitoradas, reduzindo assim a probabilidade de o risco ocupacional presente no sistema causar algum dano, evitando os efeitos de ocorrer. Elas se encontram na coluna MEDIDAS DE CONTROLE da Figura 1.

4.11. Etapa 11 e 12: definição da função probabilidade das consequências $P(c|d(i, j \times j, g \times g))$ e estimação das probabilidades $\pi(\theta)$

Em seguida, definiu-se a função probabilidade das consequências, que representa as incertezas sobre as consequências decorrentes de um determinado perigo nos desvios, quando o desvio ocorrer. Para o presente estudo será utilizado funções determinísticas das consequências. Os valores estimados são mostrados na Figura 2. Além disso, estima-se as incertezas decorrentes da ocorrência de cenários de perigo (θ), que serão representados pela função de probabilidade $\pi(\theta)$.

4.13. Etapa 13: função perda

A função perda foi calculada para a utilidade do desvio em cada um dos critérios, para isso foi utilizada a expressão $L(\theta, d) = -u(P(p(cr)|\theta, d))$. Os valores correspondentes estão descritos na Figura 2.

4.14. Etapa 14: riscos associados a um desvio

Os riscos associados ao desvio foram calculados pela equação $r = (\sum \sum \pi(\theta)kcL(\theta, d) \theta c) + \pi(\theta N)(-1)$ e estão descritos na coluna r da Figura 2.

4.15. Etapa 15: classificação do risco através do cálculo do valor esperado da perda

Foram calculados os valores esperados da perda e formando um ranking, este por sua vez é decrescente, pois os valores dos desvios mais críticos que devem ser priorizados, sendo eles os mais próximos de zero, conforme mostrado na Figura 2. É visto, que o desvio 11, que representa o desvio onde ocorre simultaneamente a soma de dois parâmetros, ficou no topo do ranking, sinalizando que dentre os desvios descrito, este é o mais crítico. O último do ranking, desvio 8, podemos observar que possuem consequência voltada muito mais a estrutura física que as pessoas, que demonstram de fato ser a grande preocupação do decisor. Além disso, tem uma zona de perigo menor, que é apenas a máquina.



4.16. Etapa 16: análise de sensibilidade

Esta etapa não foi desenvolvida para esta aplicação.

4.17. Etapa 17: apresentação dos resultados ao decisor e implementação

Os resultados foram apresentados ao decisor, que por sua vez teve uma boa receptividade aos resultados obtidos já que eles atendem ao objetivo que foi traçado, gerando um ordenamento dos riscos para indicar quais devem ser priorizados as tratativas. A implementação das medidas foi implementada seguindo uma ordem cronológica que respeita o ranking gerado.

4.18. Etapa 18: avaliação de eficácia das ações implementadas

A avaliação da eficácia dessas ações, são realizadas periodicamente, tendo em vista que se trata de riscos críticos ligados a processos suscetíveis aos estados dinâmicos da natureza, onde a intensidade dessas verificações é dada pelo nível de criticidade do perigo que foi ranqueado.

5. Conclusão

O método MHAZOP possui uma estruturação que permite aprofundar em características do processo que deixa evidente os riscos atrelados a eles. Durante o processo de levantamento desses riscos por meio das palavras-guias, verificou-se que a estrutura inicial é adequada por fazer a equipe multidisciplinar pensar em riscos, talvez antes não mapeados por já terem se tornado comum a equipe que tem contato diariamente com eles. Este trabalho, teve como foco a avaliação dos riscos ocupacionais, o que necessitou de explicação inicial e durante o processo junto a equipe disciplinar, sobre as características do que engloba esses riscos, tendo em vista, que muitas vezes riscos atrelados somente a perda de produção, por exemplo, eram levantados, mas eles não apresentavam riscos à saúde e segurança das pessoas e por isso eram descartados. Além disso, durante o levantamento ficou mais claro como os comportamentos humanos são considerados, sendo pelas medidas de controle que em casos que o comportamento humano possui grande interferência, ele é padronizado e deixado claro por meios dos procedimentos afins de evitar falhas operacionais. Porém, isso requer um olhar da equipe multidisciplinar para o comportamento no momento de propor melhorias na aplicação do MHAZOP. No método, por possuir a avaliação multicritério, trouxe maior clareza ao decisor sobre o que de fato deve ser priorizado, ele alegou que ao avaliar separadamente no momento do desempenho de cada desvio no critério, mentalmente era possível formar um ranking, porém não era possível ao pensar em todos os critérios simultaneamente. Os papéis do decisor e do analista foram



ressaltados durante o processo, pois o MHAZOP interage com múltiplas pessoas, que muitas vezes possuem prioridades e diferentes entendimentos sobre os riscos ocupacionais. A metodologia do MHAZOP deixa claro e em um mesmo patamar as classificações que devem ser dadas a partir da interação do decisor e da condução do método pelo analista. Constatou-se também que o MHAZOP requer um olhar profundo no processo, logo se tomamos a escala de uma planta fabril para realizar em todos os processos, o método dará excelentes resultados, porém necessitará ser replicado o conhecimento a outros analistas pra conduzir o processo em demais setores da planta fabril, obtendo um possível ranking geral da planta fabril em um menor tempo.

Referências

BARBOSA, Raille dos Santos; PINHEIRO, Francisco Alves; CRISÓSTOMO, Antonio Pires. **Principais Metodologias de Gerenciamento de Riscos: Uma Revisão Bibliográfica**. Id on Line Rev.Mult. Psic., Julho/2021, vol.15, n.56, p. 803-822, ISSN: 1981-1179.

BRASIL. Escola Nacional da Inspeção do Trabalho - ENIT. **Norma Regulamentadora NR-01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (Novo Texto)**. Brasília: ENIT, 2020. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-01-atualizada-2020.pdf>. Acesso em: 15 Mar. 2022.

COZE, J. C. le; SALVI, O.; ABIVEN, F.; GASTON, D. **Complexité et approches multi-disciplinaires: quel rôle pour les gestionnaires du risque?** Workshop Montreal OCDE. 2003. Disponível em: <<https://halineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00972436/document>>. Acessado em: 10 Fev. 2022.

Garcez, T.V., Alencar, M.H. (2022). **A Proposition of a Multidimensional HAZOP Analysis (MHAZOP) to Support a Decision-Making Process**. In: de Almeida, A.T., Ekenberg, L., Scarf, P., Zio, E., Zuo, M.J. (eds) Multicriteria and Optimization Models for Risk, Reliability, and Maintenance Decision Analysis. International Series in Operations Research & Management Science, vol 321. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89647-8_6

LUCIANO, Érik Leonel et al. **Gerenciamento de riscos ocupacionais: uma nova proposta de segurança do trabalho**. South American Development Society Journal, [S.l.], v. 6, n. 17, p. 156, ago. 2020. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/319>>. Acesso em: 15 mar. 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p156-174>.

MATTOS, U. A. de O. et al. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier / ABEPRO, 2011.

PROCORO, A.; DUARTE, D. **Uma nova maneira de pensar sobre o gerenciamento de riscos de incêndios em espaços urbanos históricos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2006. Fortaleza, anais eletrônicos, pág 26.