



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ORDENAMENTO DE ÁREAS INDUSTRIAIS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREA
MODELO DE SEGURANÇA: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DO
DIRECIONADOR MATRIZ S DA WORLD CLASS MANUFACTURING

EVA MARIA MORAIS DE AZEVEDO

Caruaru, 2018.

EVA MARIA MORAIS DE AZEVEDO

**ORDENAMENTO DE ÁREAS INDUSTRIAIS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREA
MODELO DE SEGURANÇA: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DO
DIRECIONADOR MATRIZ S DA WORLD CLASS MANUFACTURING**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de produção.

Área de concentração: **Pesquisa Operacional**

Orientador: Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez.

Caruaru, 2018.

Catálogo na fonte:

A9940 Azevedo, Eva Maria Morais de.
 Ordenamento de áreas industriais para definição de área modelo de segurança:
 uma abordagem multicritério do direcionador matriz da World Class Manufacturing. / Eva
 Maria Morais de Azevedo. - 2018.
 57f.; il.: 30 cm.

Orientador: Thalles Vitelli Garcez.
 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
 Pernambuco, CAA, Engenharia de Produção, 2018.
 Inclui Referências.

1. Segurança do trabalho. 2. Multicritério. 3. Tomada de decisão. 4. PROMETHEE
 (Organization). I. Garcez, Thalles Vitelli (Orientador). II. Título.

658.5 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2018-122)

EVA MARIA MORAIS DE AZEVEDO

**ORDENAMENTO DE ÁREAS INDUSTRIAIS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREA
MODELO DE SEGURANÇA: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO DO
DIRECIONADOR MATRIZ S DA WORLD CLASS MANUFACTURING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do Curso de Engenharia de Produção
do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, em
cumprimento às exigências para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia de produção.

Área de concentração: **Pesquisa Operacional**

A banca examinadora composta pelos professores abaixo, considera o candidato
APROVADO com nota ____.

Caruaru, ____ de _____ de 2018.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez: _____

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE (Orientador)

Prof. Dra. Marcella Maia B. de Araújo Urtiga: _____

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE (Avaliador)

Prof. Dra. Renata Maciel de Melo: _____

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez: _____

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE (Coordenador da disciplina de TCC)

AGRADECIMENTOS

Nesta importante fase em minha vida, são muitas pessoas que estão envolvidas e que não serão citadas neste texto, deixo aqui registrado meu pedido de desculpa, mas principalmente minha eterna gratidão.

Agradeço primeiramente a Deus, que se faz presente em todos os momentos da minha vida, me fortalecendo e colocando pessoas do bem no meu caminho, que me ajudam a evoluir como profissional e ser humano dia após dia.

Aos meus pais, Maria Marinalva Ferreira de Moraes e Edmilson Basílio de Azevedo, que sempre acreditaram nos meus sonhos e foram incentivadores de todos eles. Nunca deixaram faltar amor, confiança e respeito. E são meus exemplos de determinação e humildade.

Aos meus irmãos, Ednalva Maria Moraes de Azevedo e Helloy Neves Basílio de Azevedo, vocês me fortalecem e me incentivam na busca por ser melhor, quero um dia me tornar inspiração para vocês.

A amiga que a UFPE me apresentou, Lays Cristiane, que durante todo o período do curso esteve ao meu lado enfrentando e superando os desafios. Aos demais amigos, que aqui não conseguirei listar, deixo minha gratidão; apesar da distância de alguns, sei que são firmes nossos vínculos.

Agradeço ao meu orientador, Drº Thalles Vitelli Garcez, que é inspiração para minha vida profissional e que com sua competência e paciência, se fez fundamental para a construção deste trabalho. Exemplo nítido de professor e pessoa.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Pernambuco, ao Departamento de Engenharia de Produção e aos docentes por compartilharem seus conhecimentos e fazerem a diferença na minha formação.

RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia de apoio à decisão para o ordenamento de áreas prioritárias de segurança, baseado no método PROMETHEE II e na matriz S.

As organizações buscam incessantemente implementar sistemas de gestão que ofereçam melhorias nos aspectos de produtividade, qualidade e sustentabilidade dos seus negócios. O *World Class Manufacturing* (WCM) é um sistema que oferece atuação em todos esses pontos, tendo como foco a melhoria contínua através da redução das perdas e dos desperdícios. Sua estrutura, caracterizada por dez pilares, como por exemplo segurança e qualidade, permite atuação em todas as áreas da empresa. Cada pilar, possui direcionadores que indicam qual deve ser o foco de atuação para atingir o objetivo do pilar. No Pilar de Segurança (*safety*), geralmente, o direcionador é a matriz de segurança (matriz S), que é um método analítico na qual a sua principal fonte de dados é a pirâmide de HEINRICH, onde as áreas prioritárias para atuação são ordenadas de acordo com o somatório ponderado que leva em consideração o tipo de evento. No entanto, a matriz S não leva em consideração as preferências do decisor sob uma visão multidimensional das consequências e das ações preventivas e reparadoras.

Neste sentido, o presente trabalho traz contribuições de permitir que múltiplos critérios sejam considerados incluindo assim a preferência do decisor, para o ordenamento das áreas industriais e definição da área modelo em segurança, tendo aplicação em um estudo de caso realizado em uma empresa do setor automobilístico.

Palavras-chaves: WCM, Pilar de segurança, Matriz S, PROMETHEE II.

ABSTRACT

Based on the PROMETHEE II method and in the matrix S, this work aims to point out a methodology that supports the decision to plan areas of priority and safety.

Organizations seek incessantly to implement business management systems that provides quality and sustainability for their business. The World Class Manufacturing (WCM) is a system that offers the task of reducing waste. Its structure, characterized by ten pillars, such as safety and quality, allows the performance in all areas of the company. Each pillar has drivers that indicates the focus necessary to achieve the purpose of the pillar. In the Security Pillar, the driver is usually a security matrix, which is an analytical method in which its main data source is a HEINRICH pyramid, where the priority areas for the action is ordered according to the summation carefully thought which takes into account the type of event. However, the matrix does not consider the preferences of the decision maker under the influence of multidimensional consequences and of preventive and restorative actions.

The present work was applied in an automotive company and it contributes to the consideration of multiple criteria including the preference of the facilitator in the planning of industrial areas and in the definition of a safety area model.

Keywords: WCM, Safety pillar, matrix S, PROMETHEE II.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Metodologia	14
Figura 2.1- Pilares do WCM	17
Figura 3.1- Ciclo PDCA	31
Figura 3.2- Relação das partes da SEWO.....	32
Figura 3.3- Primeira parte do SEWO	33
Figura 3.4- Segunda parte do SEWO	34
Figura 3.5- Terceira parte do SEWO	35
Figura 3.6- Quarta parte do SEWO	36
Figura 3.7- Quinta parte do SEWO	37
Figura 3.8- Sexta parte do SEWO	37
Figura 3.9- Sétima parte do SEWO	38
Figura 3.10- Gravidade das ocorrências na matriz S	39
Figura 3.11- Localização da lesão na matriz S	40
Figura 3.12- Tipologia do acidente na matriz S	40
Figura 3.13- Causa raiz na matriz S	41
Figura 3.14- Estratificação dos acidentes e causas	41
Figura 3.15- Classificação ABC	42
Figura 3.16- PROMETHEE <i>ranking</i>	47
Figura 3.17- Relação entre alternativas e critérios	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1- Princípios do WCM	16
Tabela 2.2- Tipos de critérios	24
Tabela 2.3- Métodos da família PROMETHEE	25
Tabela 3.1- Caracterização das ocorrências	28
Tabela 3.2- Ações de melhorias e nível de complexidade da ação	29
Tabela 3.3- Matriz de decisão	46
Tabela 3.4- Fluxo de sobreclassificação	47
Tabela 3.5- Resultados obtidos na matriz S e no PROMETHEE	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CPT- Com perda de tempo

DORT - Distúrbios osteo musculares relacionados ao trabalho

EPI- Equipamento de proteção individual

ISO- *International Organization for Standardization*

MCDA- *Multi-Criteria Decision Analysis*

SEWO - *Safety Emergency Work Order*

SPT- Sem perda de tempo

PDCA - Metodologia de Melhoria Contínua (*Plan, Do, Check, Act*)

PROMETHEE- *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*

QA- Quase acidente

WCM- *World Class Manufacturing*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo Geral	12
1.2	Objetivos Específicos	12
1.3	Justificativa.....	13
1.4	Metodologia.....	13
1.5	Estrutura do trabalho	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Segurança do trabalho nas organizações	15
2.2	Word Class Manufacturing - WCM	15
2.2.1	<i>Processo de tomada de decisão no WCM – Pilar Safety.....</i>	<i>19</i>
2.3	Métodos multicritério de apoio a decisão.....	22
2.3.1	<i>Decisão multicritério.....</i>	<i>22</i>
2.3.2	<i>Definição de métodos multicritério escolhido.....</i>	<i>23</i>
2.3.3	<i>Família de métodos PROMETHEE.....</i>	<i>24</i>
3.	ESTUDO DE CASO	26
3.1	A empresa.....	26
3.2	Perfil do decisor	26
3.3	Coleta de dados	27
4.3.1	<i>Ferramentas do WCM utilizadas na Investigação de Acidentes da Empresa.....</i>	<i>30</i>
3.4	Construção da matriz S	39
3.5	Definição de critérios	43
3.6	Ponderação dos critérios.....	44
3.7	Análise dos resultados.....	48
4.	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	ANEXO A-CARACTERIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS.....	54
	ANEXO B-AÇÕES DE MELHORIAS E NÍVEL DE COMPLEXIDADE DA AÇÃO.....	56

1. INTRODUÇÃO

As organizações buscam implementar sistemas de gestão que tragam maior eficiência para seus negócios, em todos os aspectos, sejam eles o aumento da produtividade, qualidade ou segurança.

Desde os primórdios o homem sofre modificações nas suas condições de vida devido a acidentes de trabalho. Na revolução industrial, com a transição da atividade artesanal e de manufatura para a atividade industrial, houve um aumento de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. O impacto gerado na produção, devido ao afastamento dos acidentados, os impactos sociais e os custos com acidentes, tanto para a empresa, para o governo quanto para a sociedade, alertou para a necessidade de atividades que gerissem o tema de saúde e segurança do trabalho nas organizações (PEREIRA, 2016).

O *World Class Manufacturing* (WCM) é a alternativa para muitas empresas por se tratar de um sistema que tem como foco a melhoria contínua através da redução das perdas e dos desperdícios. Ela possui dez pilares, que envolve as áreas principais de uma organização, como apresentado na seção 2.2. O primeiro deles o pilar de segurança (pilar *safety*), onde o foco é a busca pelo nível zero de acidentes. Cada pilar, contém métodos próprios que auxiliam na determinação das prioridades dos pontos de atuação para atingimento da proposta do pilar. No pilar de segurança, geralmente, o direcionador é a Matriz S (matriz de segurança), onde as áreas prioritárias para atuação são ordenadas de acordo com o somatório ponderado de uma pontuação que leva em consideração o tipo de evento de acidente. Logo, o método é considerado compensatório, já que não leva em consideração a importância do critério, mas somente o peso relacionado a eles, assim critérios de menores pesos, mas que ocorrem mais vezes, podem superar em soma os critérios que são mais críticos, porém ocorrem com menor frequência, podendo assim ser considerado pelo decisor, um método que não atende as necessidades da empresa.

Ainda é comum encontrar empresas que não possuem uma metodologia bem estruturada para auxílio na tomada de decisão, ou que utilizem métodos que não levam em consideração a preferência do gestor. Logo, a decisão de definir a área de priorização fica a cargo subjetivo e desestruturada do gestor da área, ou, então, a seguir a indicação de método semiestruturado, deixando a decisão vulnerável a falhas e gerando impactos não alinhados com a real necessidade da organização para o momento.

Além disso, por se tratar de segurança do trabalho, o impacto da melhoria na área é de difícil mensuração, tendo em vista que quando se trata de melhorias que envolvem o bem-estar e a segurança das pessoas, os resultados são subjetivos e intangíveis. Essas peculiaridades aumentam a complexidade da decisão e exigem que ela seja realizada de maneira racional e estruturada, com métodos que incluam todas as necessidades ditas pela organização, para que consiga atingir o foco desejável, que é o zero acidentes.

Ter uma decisão acertada é fundamental, pois recursos são despendidos para melhor estruturação da área priorizada, além do foco da equipe de segurança do trabalho, por determinado período de tempo, na adequação da área definida como primeira na ordenação. Caso a escolha seja errônea, indicadores de ocorrências não apresentarão redução e a equipe será prejudicada, já que o desempenho é medido por estes indicadores.

Portanto, devido a necessidade de ajuste no sistema, o uso das metodologias multicritério para auxiliar na tomada de decisão, é uma alternativa, pois ela permite a inclusão de múltiplos critérios e a estrutura de preferência do decisor, que irá representar as necessidades do gestor, o auxiliando a obter resultados que satisfaçam os objetivos da empresa. Desta forma, espera-se que o resultado seja uma priorização mais assertiva das áreas modelo do pilar *Safety* do WCM.

1.1 Objetivo Geral

O estudo tem por objetivo propor uma metodologia multicritério de ordenamento de áreas prioritárias, visando alcançar um melhor suporte para a tomada de decisão para definição das áreas modelos em segurança.

1.2 Objetivos Específicos

Para atendimento da proposta foi identificado os seguintes objetivos específicos:

- Revisão da literatura;
- Levantamento de dados;
- Construir a matriz S com os dados realísticos da empresa;
- Aplicar método multicritério;
- Comparar resultados gerados na matriz S e no método multicritério;
- Estruturar a tomada de decisão.

1.3 Justificativa

Atingir os objetivos estratégicos de uma organização deve ser a justificativa para a realização de todas as ações de uma equipe, o gestor da área é responsável por realizar esse alinhamento e por tanto, se faz necessário, que a opinião do mesmo seja inclusa em qualquer método utilizado na área. No WCM, a matriz S é um método que não leva em consideração a opinião do decisor. A proposta de uma metodologia que reflita as preferências do decisor se faz necessário para o atual contexto, gerando um ordenamento das alternativas, de forma que atenda os objetivos do decisor e em acordo da organização.

1.4 Metodologia

O trabalho desenvolvido é caracterizado pela aplicação de um método multicritério para obter a solução de um problema real encontrado no processo de apoio a tomada de decisão.

Iniciou-se o trabalho com uma revisão bibliográfica sobre os principais assuntos abordados, citando assim a segurança do trabalho, o WCM e a aplicação de métodos multicritério. Além disso, uma empresa do ramo automobilístico foi selecionada para o estudo de caso.

Para determinar o ordenamento das áreas e assim definir a área modelo, foi feito um levantamento de todas as ocorrências reais durante um determinado período nesta empresa. Esses dados foram obtidos através da análise do histórico de formulários de investigação de acidente. Em paralelo, foram levantadas também as preferências do decisor.

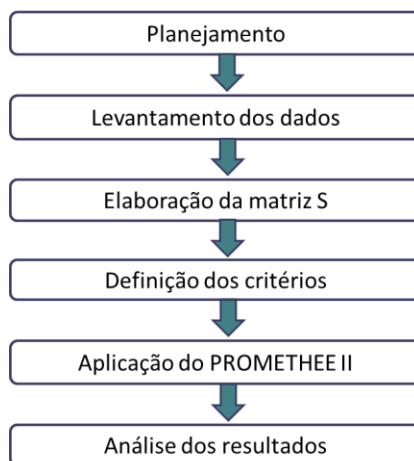
Posteriormente, foi montado a matriz S. A área modelo definida, seguindo o WCM, não foi satisfatória, já que não leva em consideração as preferências do decisor, e não apresenta alinhamento com os objetivos da empresa. Logo, uma segunda etapa foi sugerida. O decisor, atribuiu os critérios e seus pesos, em seguida foi realizado a aplicação do método PROMETHEE II, que gerou um novo ordenamento das áreas, os resultados gerados foram apresentados para o decisor realizar análise crítica e com isto foi observado que os resultados gerados se encontram alinhados com os objetivos da empresa.

Desta forma, evidenciou-se que era necessário incorporar múltiplos objetivos e a estrutura de preferência do decisor no processo de decisão. Logo, os métodos provenientes dos modelos de apoio a decisão multicritério se enquadram adequadamente a essa nova necessidade.

Diante dessa demanda, verificou-se que o método PROMETHEE II melhor se adequa a perfil de preferência do decisor e do o processo de decisão. Em seguida, o decisor, atribuiu pesos aos critérios e foi realizado a aplicação do método PROMETHEE II.

Após a obtenção dos resultados, foi realizado uma análise comparativa entre o ordenamento originado pela matriz S e o resultante do PROMETHEE II. Todas essas etapas podem ser vistas no fluxo abaixo, representado na Figura 1.

Figura 1.1-Metodologia.



Fonte: Autor.

1.5 Estrutura do trabalho

A estruturação de capítulos que descreve este trabalho de conclusão de curso é a apresentada a seguir:

- Capítulo 1- Introdução: Capítulo inicial onde aborda-se objetivos, metodologia e definições do trabalho.
- Capítulo 2- Referencial teórico: Onde são descritos os principais temas que foram referência para o trabalho, dando suporte de conhecimento teórico dos temas abordados.
- Capítulo 3- Estudo de caso: Apresenta-se nesta fase todo o trabalho desenvolvido de forma detalhada.
- Capítulo 4- Conclusão: Os resultados e conclusões do trabalho são descritas neste capítulo e há também a análise desses dados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Segurança do trabalho nas organizações

Incidente no trabalho é caracterizado como uma ocorrência decorrente do trabalho ou da sua execução, que possa resultar ou não em ferimentos e doenças. Se neste incidente ocorrem lesões e problemas de saúde ele é caracterizado como um acidente. Caso não ocorram ferimentos e problemas de saúde, mas a situação tenha potencial para isto, temos a caracterização de um quase acidente (ISO 45001, 2018).

Acidentes ocorrem, devido aos riscos inerentes as atividades laborais executadas pelos trabalhadores. O risco é a relação entre a exposição do trabalhador e o perigo, este por sua vez é uma fonte com potencial para causar ferimentos e doenças. O foco da gestão de segurança do trabalho é a mitigação do risco. Ou seja, reduzir a exposição do trabalhador ao perigo existente.

Para cada acidente ocorrido, é possível a determinação de uma causa raiz, estas são sempre relacionadas a atos e/ou condições inseguras. Ruppenthal (2013) cita que a condição insegura consiste em deficiências ou irregularidades existentes no ambiente laboral, que constituem riscos para a integridade física do trabalhador e para sua saúde, bem como para os bens materiais da empresa. Já ato inseguro é ligado ao comportamento do trabalhador, onde muitas vezes, apesar de receber instrução para fazer o correto, são cometidas imprudência, colocando em risco sua segurança.

Uma ação insegura e/ou uma condição insegura pode gerar uma situação de perigo não só no posto de trabalho, mas também nas áreas comuns. Normalmente, elas escondem um acidente em potencial, e por este motivo, é muito importante coloca-la em evidência, para que as tratativas adequadas sejam realizadas.

Portanto, a adequação dos ambientes de trabalho reduz o risco do colaborador, pois elimina a condição insegura. Já a conscientização do funcionário visa a redução dos atos inseguros.

2.2 *Word Class Manufacturing* - WCM

O termo *World Class Manufacturing* foi utilizado pela primeira vez em 1984 por Hayes e Wheelwright,. A evolução foi constante e no ano de 1986 Schonberger propôs os princípios para o WCM, conforme mostrado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1- Princípios do WCM

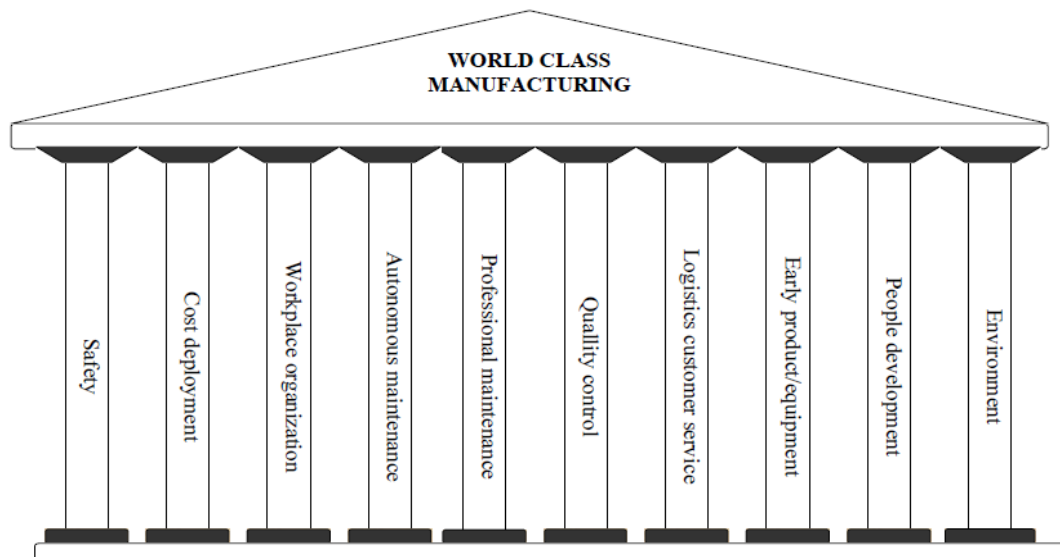
Princípios do WCM
Princípios Gerais: - Relações estreitas com seus clientes. - Conhecimento dos seus clientes, dos seus competidores e da melhor prática. - Contínua e rápida melhoria baseada nas necessidades dos clientes. - Times de frente envolvidos na mudança e planejamento estratégico.
Princípio do design, fornecedores e parceiros: - Ter os melhores componentes, operações e fornecedores.
Princípios das operações: - Pequenos tempos de execução das atividades, de reinícios, de setup e distâncias. - Produza o mais próximo da taxa de uso ou demanda dos clientes.
Princípios dos recursos humanos: - Treinamento contínuo para novas funções. - Expansão das variedades de recompensas, reconhecimento e pagamento.
Princípios da qualidade e melhoria dos processos: - Reduzir continuamente variação e acidentes. - Times de frente para registrar e possuir dados de processos no local de trabalho.
Princípios da informação para operações e melhoria (controle): - Controle das causas raízes para eliminar transações internas. - Alinhamento da mensuração da performance com as necessidades dos clientes.
Princípios da capacidade: - Melhorar a capacidade presente antes da obtenção de novos equipamentos ou tecnologias. - Buscar equipamentos simples, flexíveis, móveis e de baixo custo.
Princípio do marketing e apresentação ao cliente: - Promover, divulgar e vender cada melhoria.

Fonte: Schonberger, 1986.

Para ser considerada uma empresa de classe mundial, no cenário atual, a gestão deve ser focada na integração das grandes áreas da organização. Empresas que visualizam o impacto que uma área pode gerar na outra e preocupa-se em gerenciar todas elas de maneira eficaz, tem grande potencial de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, o mercado exige respostas rápidas para as mudanças nas organizações, e essa agilidade só é possível se houver um trabalho voltado para a melhoria focada.

Segundo Palucha (2012), o WCM tem como base dez pilares (vide Figura 2.1), onde cada um aborda objetivos específicos que tem potencial de gerar impacto em outros pilares. Para Felice et al. (2015), o WCM prevê 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais. A estrutura do pilar representa o “Templo do WCM” e aponta que, para alcançar o padrão de excelência, é necessário um desenvolvimento paralelo de todos os pilares. Cada pilar centra-se numa área específica do sistema de produção, utilizando ferramentas apropriadas para alcançar a excelência global.

Figura 2.1 - Pilares do WCM.



Fonte: Adaptado de Palucha, 2012.

Segundo Yamashina (2009), os pilares do WCM têm o seguinte foco:

- 1- **SAFETY**: Pilar de segurança, tem foco na melhoria do ambiente de trabalho, para eliminar atos e condições inseguras que podem causar acidentes. Visando assim reduzir drasticamente o número de acidentes e desenvolvendo habilidades profissionais específicas.
- 2- **COST DEPLOYMENT**: Pilar desdobramento de custos, é base para a metodologia por auxiliar na identificação dos desperdícios e das perdas geradas pelas áreas. Identificando sistematicamente os principais itens de perda no negócio de produção e logística, quantificando os potenciais benefícios econômicos esperados.
- 3- **FOCUSED IMPLOVEMENT**: Pilar melhoria focada, é um direcionador para reduzir grandes perdas. Tem como prioridade as ações que realiza a identificação das perdas pelo desdobramento de custos, eliminando atividades sem valor agregado, reduzindo drasticamente as perdas presentes mais importantes no sistema de manufatura.
- 4- **AUTONOMOUS MAINTENANCE**: Pilar manutenção autônoma e organização do posto de trabalho, tem como objetivo prevenir problemas gerados em máquinas e equipamentos, como paradas não programadas, causadas pela falta de manutenção. Atuando na melhoria da eficiência do sistema de produção.
- 5- **PROFESSIONAL MAINTENANCE**: Pilar manutenção profissional, visa um sistema de manutenção capaz de reduzir as pequenas paradas das máquinas e equipamentos,

ocasionando economia financeira, devido ao aumento do ciclo de vida da máquina, possível pela prorrogação da vida dos componentes que são resultado das manutenções preventivas e corretivas. Atua para aumentar a eficiência das máquinas usando análise de falhas técnicas.

- 6- *QUALITY CONTROL*: Pilar controle da qualidade, tem como crença que a qualidade é construída durante o processo, e não somente através dos controles dos resultados, por isso, não é possível obter bons resultados se não foi feito um bom processo. Visa garantir produtos de qualidade, reduzindo as não conformidades através do aumento das habilidades dos funcionários.
- 7- *LOGISTIC E CUSTOMER SERVICE*: Pilar logística, tem como objetivo ter fluxos de informações e de materiais, que permite satisfazer os clientes, foca no envio dos itens certos, para o local certo, na hora certa, na quantidade necessária e com a qualidade solicitada. Visa a otimização dos estoques, reduzindo significativamente seus níveis, minimizando o manuseio do material, mesmo com entregas diretas de fornecedores para a linha de montagem.
- 8- *EARLY EQUIPAMENT MANAGEMENT*: Pilar gestão preventiva de equipamentos, tem como objetivo estreitar a relação entre os responsáveis pelo gerenciamento do projeto, fornecedores que ofertam os produtos e os operadores. Visa colocar em funcionamento novas plantas conforme programadas, para garantir um arranque rápido e estável, reduzindo o custo do ciclo de vida e projetar sistemas facilmente mantidos e inspecionados.
- 9- *PEAPLE DEVELOPMENT*: Pilar desenvolvimento de pessoas, acredita que para a empresa ser competitiva no mercado de trabalho, ela necessita que seus produtos e processos se encontrem em evolução. E que know-how dos colaboradores é fundamental. Visando garantir através de um sistema estruturado de treinamento, habilidades corretas e habilidades para cada estação de trabalho.
- 10- *ENVIRONMENT*: Pilar técnico ambiental, tem como foco a gestão dos aspectos ambientais relativos as atividades em desenvolvimento. Busca cumprir os requisitos e padrões ambientais.

2.2.1 Processo de tomada de decisão no WCM – Pilar *Safety*

O WCM exige que todas as decisões sejam tomadas com base em dados mensuráveis, para isso possui três ferramentas que são direcionadores de perdas:

- 1- Matriz C: Também conhecida como matriz de perdas casuais/custos, evidencia os custos derivados das perdas dos vários processos existentes na empresa. Ela demonstra um conjunto de dados estratificados em diferentes formas, fornecendo informações sobre o tipo de perda e o seu valor, bem como o local onde ocorre as perdas.
- 2- Matriz QA: Visa assegurar que todas as ações que serão realizadas, sejam na área necessária. Ela associa a frequência dos eventos ocorridos, o custo com mão de obra e a gravidade dos eventos.
- 3- Matriz S: Auxilia na determinação das oportunidades de melhorias para geração de um ambiente de trabalho sem riscos de ocorrências, através da eliminação de atos e condições inseguras.

Essas ferramentas dão suporte para definição do foco de atuação dos pilares. Para o Pilar Segurança, a prevenção de acidentes ocorre por meio da observação, análise detalhada e eliminação de todas as causas que geraram ou poderiam ter gerado um acidente dentro da empresa incluindo aqueles de pequena gravidade e os “quase acidentes” (YAMASHINA, 2010). A cultura de segurança, em todos os níveis da organização, auxilia para atingir esse objetivo. O processo relaciona aspectos normativos, econômicos e éticos da empresa.

Os aspectos normativos tratam de normas específicas a respeito da segurança no ambiente de trabalho, prevendo sanções até penais em caso de desrespeito a elas, sendo particulares para cada país. O conhecimento e a observação dessas normas são o ponto de partida para a prevenção. Já os aspectos econômicos são ligados aos custos diretos (legais, investimentos de segurança) e indiretos (danos ao produto, perdas na produção, danos em máquinas, moral das pessoas, imagem da empresa) gerado pelo acidente de trabalho. Por último, os aspectos éticos são ligados ao que as empresas se comprometem em fazer para garantir a segurança do seu colaborador, visando sempre incentivar ações que garantam uma condição segura e incentivem atos seguros, eliminando assim, a possibilidade de acidentes.

A matriz S é uma ferramenta que caracteriza os eventos através de classificações sobre a gravidade das ocorrências, região da lesão, tipologia do acidente e causa raiz, e, portanto, todos esses pontos são relacionados as áreas que tiveram ocorrências. Na formatação da

matriz S, as colunas são compostas das áreas que compõe a empresa, e as linhas possuem as características dos eventos.

Para a caracterização da gravidade, dentro da matriz S, o evento pode ser considerado um incidente ou acidente, ambos requerem que o mesmo tenha ocorrido durante a execução da sua tarefa. Para acidente também requer que o colaborador, ao se machucar, fique impossibilitado, pelo menos de imediato, de prosseguir com o seu trabalho, ocorrendo a necessidade de se dirigir a enfermaria. Quando o evento é classificado como acidente com afastamento (CPT- com perda de tempo), temos que o colaborador se machucou durante sua ocupação e não pode continuar trabalhando, precisando ir para a enfermaria e afastar-se de suas atividades por alguns dias, até se recuperar das lesões geradas na ocorrência. Na matriz S temos as seguintes classificações:

- Fatal: Quando ocorre morte do acidentado;
- CPT grave: Quando há um afastamento superior a trinta dias;
- CPT: Em casos de afastamento superior a um dia e inferior a trinta dias;
- SPT: Sem Perda de Tempo, sendo os afastamentos inferiores a uma jornada de trabalho, ou seja, menor que um dia;
- QA: Quase acidente, sendo estes eventos que é verificado um potencial de risco, mas que ainda não provocou nenhuma ocorrência. Evidenciar este tipo de evento é fundamental para que se realize tratativas e evite ocorrências de maiores dimensões.

Essas classificações têm como base a pirâmide de Heinrich, que segundo Felice et al (2015), é usada para classificar os eventos que têm impacto na segurança, sendo eles relacionados entre si.

Para a caracterização de região da lesão, temos a seguinte divisão:

- Abdômen-bacia;
- Cabeça-pescoço;
- Coluna cervical;
- Mãos e dedos;
- Membros superiores;
- Membros inferiores;
- Olhos;
- Órgãos internos;
- Partes múltiplas;

- Pés e dedos;
- Tórax.

Na caracterização da tipologia do acidente temos as seguintes opções:

- Abrasão;
- Cefaleia;
- Contusão;
- Corte;
- Distensão;
- Escoriação;
- Esmagamento;
- Contusão;
- Fratura;
- Intoxicação;
- Irritação;
- Laceração;
- Lesões múltiplas;
- Luxação;
- Perfuração;
- Poli traumatismo;
- Punctura;
- Respingo de produto;
- Queimadura;
- Prensa e torção.

Para caracterizar a causa raiz temos os seguintes itens:

- Competência/conhecimento: formação não adequada ou pouca experiência na função;
- Atitude/comportamento: Negligência, uso incorreto dos meios de proteção coletiva, transgressão de norma de segurança, não respeitar o ciclo de trabalho, não uso de EPI ou circunstância duvidosa;
- Gestão: Treinamento não realizado ou não verificado, EPI não disponível ou não adequado, falta de aptidão para realizar a tarefa, aptidão não certificada, ciclo de

manutenção não cumprido, ciclo de limpeza não cumprido ou não cumprimento de procedimentos;

- Precaução/atenção: desatenção, execução de operação fora da competência, incompreensão ou uso incorreto de EPI;
- Condição pessoal: deficiência psíquica ou física, embriaguez, mal súbito ou problemas pessoais;
- Ferramenta/equipamentos: ferramentas ou equipamentos não adequados, falta de manutenção, falha de projeto, funcionamento anormal de ferramenta ou equipamento, falta de ciclo de limpeza, condição climática/atmosférica, fabricação/instalação incorreta ou iluminação ineficiente;
- Procedimentos/sistemas: falta de procedimento padrão, procedimento inadequado, falta procedimento de segurança, métodos de trabalho complexos, meios de proteção não seguros ou não previstos.

Após o preenchimento da ocorrência de acordo com os pontos solicitados na Matriz S, ocorre a classificação ABC das áreas, na qual ela é baseada na multiplicação dos pesos atribuídos para cada gravidade e o quantitativo dos eventos ocorridos. Em seguida é feito um Pareto, que demonstra a criticidade das áreas.

Segundo essa metodologia de classificação, as áreas classificadas como AA, são aquelas que possuem número de ocorrências, tratamentos médicos e primeiros socorros muito altos. Já a classificada como A, tem número de acidentes, tratamentos médicos e primeiros socorros altos. As classificadas em B, tem número de acidentes, tratamentos médicos e primeiros socorros médios. E por fim a C, apresenta número de acidentes, tratamento médicos e primeiros socorros baixos. Sendo a definição de baixo, médio e alto ligada a quantidade de ocorrências e a quantidade de procedimentos médicos necessários, logo, quando mais grave a ocorrência maior o número de procedimentos médicos necessário.

A área que será foco da equipe de segurança é a primeira área dentro das classificadas como AA.

2.3 Métodos multicritério de apoio a decisão

2.3.1 Decisão multicritério

O processo de tomada de decisão, significa ter uma ação que faça com que um processo evolua ou não. Essa decisão pode ter impactos positivos ou negativos na organização

(CAMPOS, 2011). O processo de decisão começa com a coleta de informações, seguido da avaliação da importância, avaliação das alternativas, escolha, ordenamento ou classificação, buscando por alternativas de solução. Segundo Campos (2011), no processo decisório, levanta-se quais seriam os quesitos importantes para a satisfação do resultado. Em uma decisão é comum ter critérios e alternativas conflitantes, cabe ao decisor selecionar e/ou ordenar as alternativas de acordo com suas necessidades.

Segundo DE ALMEIDA et al (2013), várias decisões são tomadas diariamente numa organização, sejam elas com ou sem o uso de métodos formais para apoio a decisão. As consequências geradas impactam diretamente no futuro da empresa. Muitas vezes identifica-se vários critérios para serem atendidos. O decisor, não consegue avaliar, sem o apoio de uma ferramenta estruturada, todas as alternativas. Para facilitar essas análises, recomenda-se a utilização de uma metodologia Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA).

Espera-se que o resultado do processo decisório satisfaça o conjunto de critérios que foram descritos para atender os objetivos do decisor. (DE ALMEIDA et al., 2002).

Há vários métodos de decisão multicritério. Alguns fazem uma decomposição hierárquica do conjunto de ações possíveis, dividindo-o em categorias predefinidas: melhores ações, piores ações e ações para reconsideração. E como resultado pretendem encontrar um subconjunto pequeno e restrito de ações satisfatórias, se possível apenas uma ação (DE ALMEIDA et al., 2002). O que se espera do método aplicado neste trabalho, é um ordenamento das alternativas, gerado a partir da sobreclassificação entre critérios.

2.3.2 Definição de métodos multicritério escolhido

Os métodos da família PROMETHEE são métodos não compensatórios, ou seja, não é possível compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio de um melhor desempenho em outro critério (De Almeida, 2013).

Diante da necessidade de que o método escolhido para apoio à decisão do cenário abordado no presente trabalho não seja compensatório e possa incluir as preferências do gestor, gerando uma ordenação das alternativas, foi-se escolhido utilizar um dos métodos da família PROMETHEE.

2.3.3 Família de métodos PROMETHEE

Segundo De Almeida (2013), na estrutura de avaliação dos métodos PROMETHEE, o decisor estabelece para cada critério um peso π_i , que deve refletir a importância do critério. É necessário também que o decisor estabeleça uma relação de preferência $F_i(a, b)$ entre as consequências das alternativas a e b nos critérios i . A partir da avaliação das alternativas em relação aos critérios, de acordo com a estrutura de preferência do decisor, é possível estabelecer uma relação de sobreclassificação entre as alternativas conforme a equação abaixo:

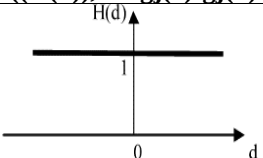
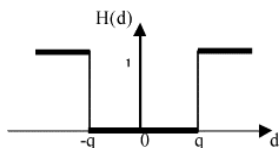
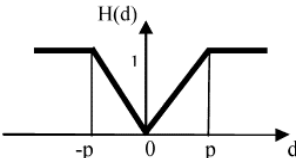
$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b) \Sigma$$

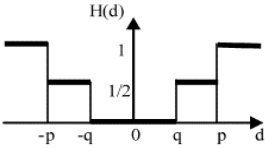
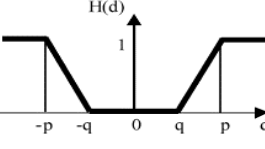
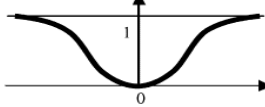
onde, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

O ordenamento consiste em simplesmente ordenar as alternativas pelo número de $\Phi(a)$. Onde: $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$, ordenando pela alternativa que tenha o maior fluxo líquido de importância. O fluxo positivo significa que a alternativa domina a outras alternativas, enquanto que o fluxo negativo significa que a alternativa é dominada pelas outras, ou seja, é mais fraca em relação as outras. Os pesos estabelecidos nos critérios influenciam o *ranking* das alternativas.

Brans, Vincke & Mareschal (1986) apresentaram seis tipos de funções de preferências que cobrem a maioria dos casos de aplicação prática para um determinado critério. São elas conforme mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2- Tipos de critérios.

Tipo de critério	Funções de preferências ($H(d)$), $d = g_j(a) - g_j(b)$	Parâmetros
Tipo I: Critério Usual $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{se } d = 0 \\ 1 & \text{se } d \neq 0 \end{cases}$		Nenhum
Tipo II: Quase critério $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{se } -q \leq d \leq q \\ 1 & \text{se } d < -p \text{ ou } d > p \end{cases}$		O parâmetro q limite de indiferença.
Tipo III: Limiar de preferência $H(d) = \begin{cases} \frac{d}{p} & \text{se } -p \leq d \leq p \\ 1 & \text{se } d < -p \text{ ou } d > p \end{cases}$		Define-se o parâmetro p limite de preferência

Tipo IV: Pseudo Critério $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq q \\ \frac{1}{2} & \text{se } q < d \leq p \\ 1 & \text{se } p < d \end{cases}$		Definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)
Tipo V: Área de Indiferença $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{se } d \leq q \\ \frac{ d - q}{p - q} & \text{se } d \neq 0 \\ 1 & \text{se } p < d \end{cases}$		Definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)
Tipo VI: Critério gaussiano $H(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$		O desvio-padrão deve ser fixado (σ)

Fonte: Adaptado Brans et al (1986).

Com o aumento da complexidade e diversidade de problemáticas de tomada de decisão, várias versões da família PROMETHEE foram desenvolvidas, tais como: I, II, III, IV, V, VI, GDSS e GAIA, conforme apresentado na Tabela 2.3. Apesar de terem o mesmo conceito fundamental, são aplicáveis a problemáticas distintas.

Tabela 2.3- Métodos da família PROMETHEE

Métodos da família PROMETHEE	Problemática
PROMETHEE I	Problemática de escolha, estabelece uma pré-ordem parcial.
PROMETHEE II	Problemática de escolha, estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas.
PROMETHEE III	Tratamento probabilístico dos fluxos, preferência intervalar, ampliação da noção de indiferença.
PROMETHEE IV	Problemática de escolha e ordenamento, estabelece uma pré-ordem completa ou parcial, sendo aplicável quando o conjunto das soluções é contínuo.
PROMETHEE V	Implementado após estabelecimento de uma ordem completa (PROMETHEE II), inclui restrições que foram identificadas no problema para as alternativas selecionadas, realizando otimização inteira.
PROMETHEE VI	Problemática de escolha e ordenamento, estabelece uma pré-ordem completa ou parcial e é destinado as situações em que o decisor não consegue estabelecer em valor fixo de peso para cada critério. Aplicado para decisões em grupo, estabelece os fluxos contínuos individuais através do PROMETHEE II, e posteriormente a matriz de avaliação global com critérios e alternativas que correspondem aos decisores.
PROMETHEE GDSS	
PROMETHEE GAIA	Extensão dos resultados do PROMETHEE, através de um procedimento visual e interativo.

Fonte: Autor.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

A empresa do estudo atua no setor automobilístico, desenvolvendo produtos que são vendidos em todo o Brasil e exterior. Por questão de sigilo, maiores detalhes da empresa serão omitidos neste trabalho, além disso, alguns dos dados serão representativos ou surrealísticos. Essa empresa produz anualmente mais de 7,5 milhões do seu produto e teve um crescimento de 18% no ano de 2017. O estudo foi feito em uma das fábricas que estão situadas em seu complexo industrial, onde esta possui cerca de 1500 funcionários, e é classificada como empresa de grande porte pelas faixas de classificação do SEBRAE.

Ela é dividida em sete áreas industriais e uma área de manutenção. As áreas industriais no presente trabalho, foram denominadas de área A, B, C, D, E, F e G. Nestas ocorrem todo o processo de formação, montagem e acabamento do produto, ou seja, da transformação da matéria prima até o produto acabado. As áreas industriais são subdivididas em linhas ou máquinas de trabalho e são enumeradas. As que possuem atividades similares são incluídas na sequência numérica como sub número. A área de manutenção é atuante em todas as sete áreas industriais e é dividida em dois grupos de trabalho que executam atividades distintas entre si.

3.2 Perfil do decisor

O decisor para este trabalho foi o engenheiro de segurança responsável pela unidade da empresa na qual se realizou o estudo. Ele é o gestor da área de engenharia de segurança industrial. Dentro das suas atividades, é necessário garantir que elas estejam voltadas para o atingimento dos objetivos estratégicos definidos pela alta direção.

Uma das atribuições do gestor é garantir que todos os esforços da equipe estejam alinhados com o da organização. Cabe a ele, então, a definição dos objetivos da área, critérios e pesos, tornando-o responsável pela decisão.

Além disso, é também de sua responsabilidade a seleção e condução das equipes de trabalho focadas no desenvolvimento das ações necessárias para a adequação da área escolhida a fim de que se torne a área modelo.

3.3 Coleta de dados

Para a elaboração da Matriz S, foi necessário coletar dados sobre as áreas de produção em que são divididas a empresa e informações dos acidentes que aconteceram na empresa, como a caracterização do acidente, a parte do corpo que foi atingida, a causa raiz do acidente, o ferimento ocasionado, entre outras. Todas essas informações são descritas no formulário de investigação de acidentes, e esse é preenchido por uma equipe mista, composta pela vítima quando possível, pessoas que presenciaram o acidente, o líder da vítima, o técnico de segurança responsável, o engenheiro de segurança, o médico do trabalho e o enfermeiro do trabalho que atendeu o paciente nos primeiros socorros, quando necessário, um especialista para auxiliar na definições das ações, por exemplo, um eletricista em caso de choque elétrico também participa. Logo, podemos dizer que essa equipe de investigação é o SESMT (Serviço Especializado de Segurança Médica do Trabalho) e outras partes contribuintes.

Todas as ocorrências e ações apresentadas são do período de Jan/17 à Out/17, e essas informações completas estão nos anexos A e B. Na Tabela 3.1 e Tabela 3.2 é possível visualizar as informações referentes a descrição das ocorrências e as ações de melhorias propostas para a primeira ocorrência da relação.

Tabela 3.1 - Caracterização das ocorrências.

	DESCRIÇÃO	UGB	CARACTERIZAÇÃO	LOCAL
Acidente 1	FUNCIONÁRIO ESTAVA REALIZANDO LIMPEZA NA PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA, SE DESLOCOU PARA A PARTE FRONTAL E FOI TER ACESSO A PARTE MÓVEL DO EQUIPAMENTO, PENSANDO QUE A MESMA NÃO ESTAVA EM MOVIMENTO. AO ACESSAR, TEVE SEU DEDO INDICADOR DA MÃO ESQUERDA AMPUTADO PRÓXIMO A SEGUNDA FALANGE E UM CORTE PROFUNDO NA PRIMEIRA FALANGE DO DEDO MÉDIO.	ÁREA C	CPT GRAVE	MÁQUINA C4.1

Fonte: Autor.

Tabela 3.2 -Ações de melhorias e nível de complexidade da ação.

	ações	COMPLEXIDADE DA AÇÃO	ÁREAS APLICÁVEIS
Acidente 1	1 - INSTALAR CALÇÃO PARA QUE SEJA FEITA A PARADA IMEDIATA QUANDO A PROTEÇÃO FOR ABERTA E O BOTÃO DE PARADA ACIONADO.	ALTO	2
	2- INSTALAR PROCEDIMENTO VISUAL, PARA ALERTA QUANDO AOS CUIDADOS AO REALIZAR INTERVENÇÃO NO LOCAL COM A PROTEÇÃO PRINCIPAL ABERTA	BAIXO	
	3- INCLUIR CUIDADOS NA OS	BAIXO	
	4 - TREINAR TODOS OS ENVOLVIDOS NO PROCEDIMENTO VISUAL E NA OS	BAIXO	
	5 - INSTALAR SISTEMA ELÉTRICO PARA QUE A PROTEÇÃO SÓ POSSA SER ABERTA APÓS PARADA TOTAL DA ENGRENAGEM INTERNA	ALTO	
	6- INSTALAR PROTEÇÃO POR TRÁS DA PARTE MECÂNICA QUE EXISTE HOJE. A PROTEÇÃO NÃO PODE DEIXAR NENHUM ESPAÇO PARA ACESSO AS PARTES MÓVEIS	ALTO	

Fonte: Autor.

4.3.1 Ferramentas do WCM utilizadas na Investigação de Acidentes da Empresa

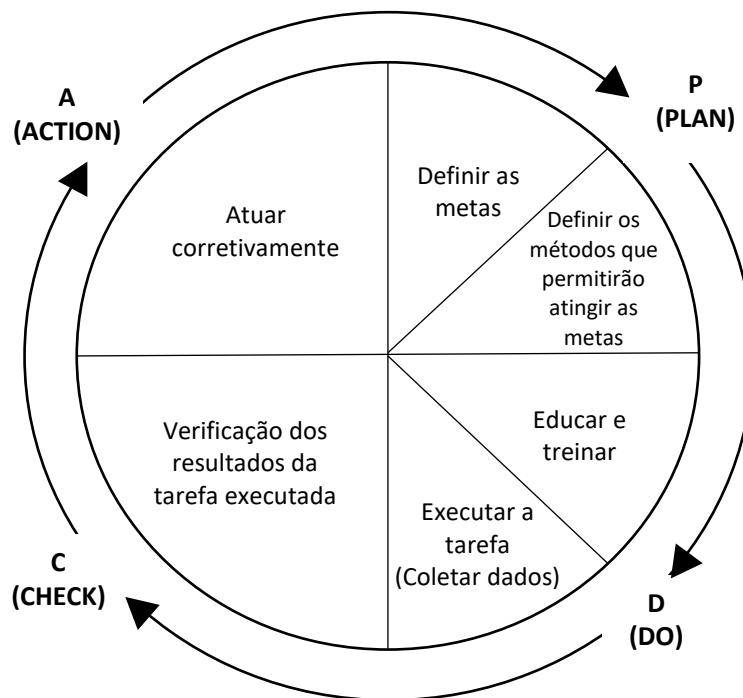
O WCM possui várias ferramentas de análise de dados para abordar de maneira mais completa todos os componentes do sistema de manufatura (DE FELICE et al, 2015). Algumas delas estão inclusas em um formulário de investigação de acidentes, chamado SEWO - *Safety Emergency Work Order*. Ele é estruturado de forma a seguir uma ordem de caracterização dos acidentes, investigação das causas dos acidentes, e por fim, ações para zerar a possibilidade da repetição do acidente. O formulário é dividido em quatro seções que segue a ordem do ciclo PDCA.

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Deming é uma metodologia que tem como função o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil para a solução de problemas (PACHECO et al, 2018). Ele é dividido em quatro fases bem definida e distintas, sendo elas apresentadas a seguir:

- 1- *Plan* (Planejar): Consiste em definir o que se quer, com a finalidade de planejar o que será feito. Divide-se na definição de objetivos, estratégias e ações, os quais devem ser claramente quantificáveis (metas) e na definição dos métodos que serão utilizados para se atingir os objetivos traçados.
- 2- *Do* (Executar): Caracteriza-se pela execução do que foi planejado, dividido- se em capacitar a organização para que a implantação do que foi planejado possa ocorrer e em implementar o que foi planejado.
- 3- *Check* (Verificar): Esta fase consiste em comparar os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano, com a finalidade de verificar se os resultados estão sendo atingidos conforme o que foi planejado. Nesta etapa é onde ocorre a coleta de dados do processo e a comparação destes com os do padrão e a análise dos dados do processo, que fornece informações que serão utilizadas na próxima etapa.
- 4- *Action* (Agir): Consiste em fazer as correções necessárias com o intuito de evitar que a repetição do problema venha a ocorrer. Podem ser ações corretivas ou de melhorias que tenham sido constatadas como necessárias na fase anterior.

Todas as fases do ciclo PDCA podem ser vistas na Figura 3.1.

Figura 3.1- Ciclo PDCA.



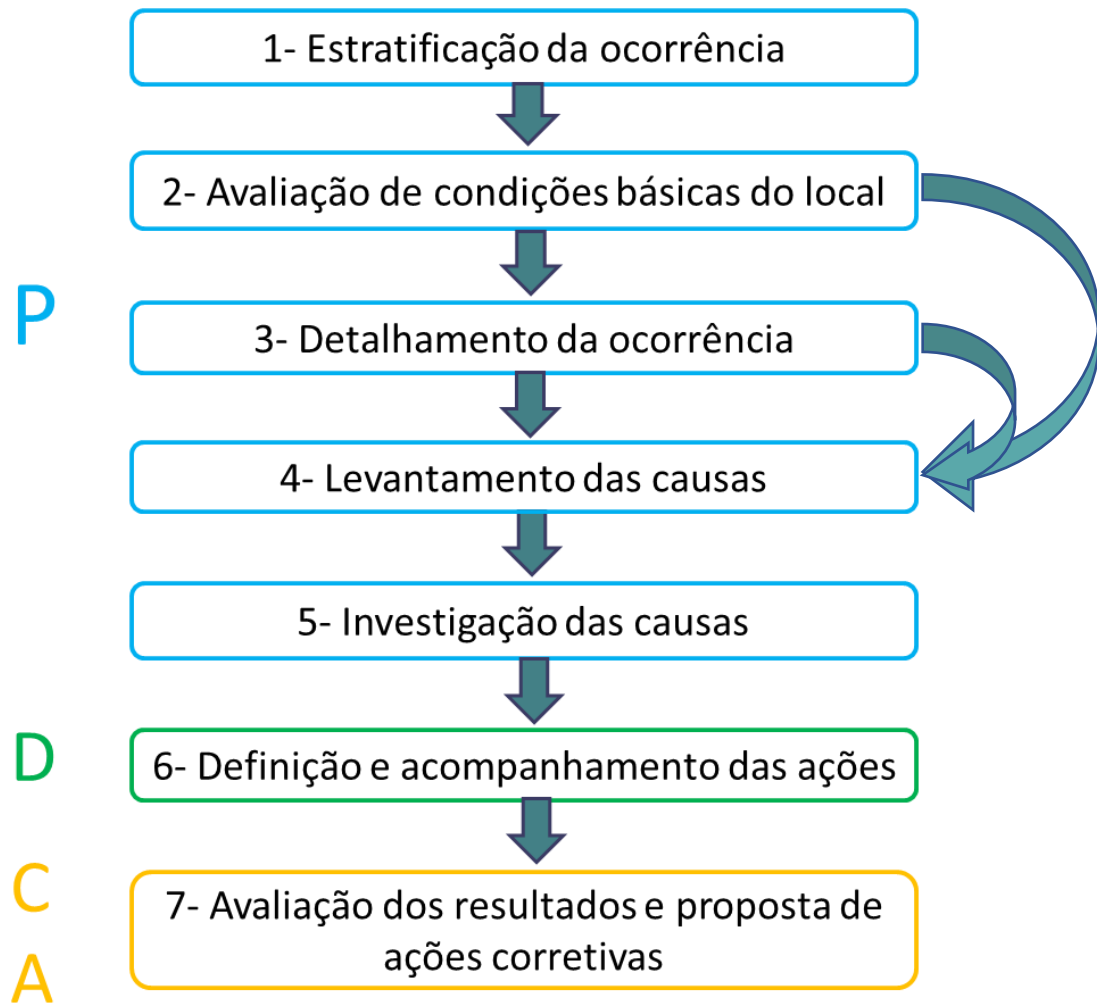
Fonte: Pacheco et al, 2018.

Na fase de planejamento da SEWO, existe algumas ferramentas que auxiliam na estratificação de ações que garantam a identificação de medidas corretas a serem tomadas para cada evento. São elas:

- Pirâmide de Heinrich: Sinaliza a classificação das ocorrências, indicando o nível da pirâmide a que pertence o evento lesivo.
- 5W+1H: Ferramenta utilizada para garantir uma análise completa de um problema em todos os seus aspectos fundamentais. Ela busca do usuário da ferramenta a resposta para seis perguntas: Quem? O que? Por quê? Onde? Quando? Como?
- 4M ou 6M, auxiliando na listagem de possíveis fatores (causas, sub-causas) que podem ter contribuído para as ocorrências. No 4M tem causas agrupadas em: métodos, materiais, máquinas e mão de obra, já o 6M além de todos inclusos no 4M possui também medidas e meio ambiente. (FELICE et al 2015).
- 5 Porquês: usado para analisar as causas de um problema por meio de uma série de cinco perguntas de porquê, onde a resposta do primeiro porque, vira a pergunta do próximo.

O formulário da empresa pode ser dividido em sete partes, elas se relacionam entre si e seguem uma ordem lógica de preenchimento, na figura 3.2 pode-se visualizar essa relação.

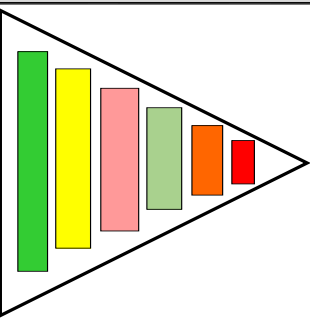
Figura 3.2- Relação das partes da SEWO.



Fonte: Autor.

A primeira parte do formulário, como pode ser observado na Figura 3.3, é onde ocorre a descrição da ocorrência e a caracterização de acordo com a gravidade, utilizando a pirâmide de Heinrich. Se encontra dentro da etapa de planejamento do ciclo PDCA. Nesta etapa, a ferramenta do 5W+1H pode ser utilizada, para melhor estratificação da ocorrência.

Figura 3.3- Primeira parte do SEWO

INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS NO AMBIENTE DE TRABALHO									
1 - TIPO (MARCAÇÕES MÚLTIPLAS):			2 - DIAS PERDIDOS / DEBITADOS:		3 - CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES		4 - Nº DA OCORRÊNCIA:	5 - DATA OCORRÊNCIA	
			Início afastamento: ☐ Inicial ☐ Terceiros		☐ Reincidência		5.1 - DATA DO RELATÓRIO		
Fim afastamento: ☐ 6 - ORIGEM PRÓPRIA EMPRESA ☐ CONTRATADAS			NOME DO ACIDENTADO						
7 - POTENCIAL DE RISCO DA OCORRÊNCIA:			8 - SETOR		9 - MÁQUINA		10 - LINHA		
☐ GRAVE ☐ ALTA ☐ MÉDIA ☐ BAIXA ☐ INSIGNIFICANTE ☐ SEM RISCO			11 - DIA DA SEMANA:		12 - HORA:		13 - APÓS QUANTAS HORAS DE TRABALHO:		
☐ Seg ☐ Ter ☐ Qua ☐ Qui ☐ Sex ☐ Sáb ☐ DOM			10 - FERIADO?		15 - TESTEMUNHAS:		CARGO:		EMPRESA:
14 - DESCRIÇÃO DO ACIDENTE (ANEXAR À PARTE FOTOS E/OU CROQUIS À INVESTIGAÇÃO):									
OBSERVAÇÕES IN LOCO									
16 - TEMPO NA EMPRESA:			17 - TEMPO NA FUNÇÃO:		18 - IDADE				
19 - MATRÍCULA:			20 - CHEFE IMEDIATO:		21 - TURNO				
22 - C/PEIRO DA ÁREA:			23 - CHEFE DO SETOR:		24 - GERENTE				
25 - H. EXTRAS ÚLTIMOS 3 DIAS:			26 - ÚLTIMA FÉRIAS:		27 - B. HORAS				

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

Após o preenchimento das informações que descreve o local da ocorrência, o nível de gravidade, estratificação da ocorrência e informações relacionadas ao tempo e adequação no posto de trabalho, vem a segunda parte da SEWO. A segunda parte é composta com perguntas sobre condições básicas que deve-se existir para a prevenção de acidentes, como pode ser visto na Figura 3.4.

Figura 3.4- Segunda parte do SEWO

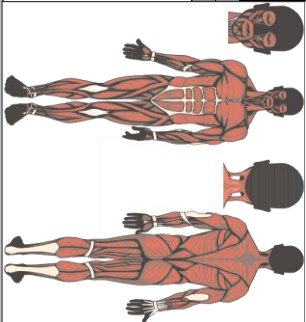
EXISTE ORDEM DE SERVIÇO PARA A ATIVIDADE?	SIM	NÃO	N.A.	O COLABORADOR TRABALHAVA SOZINHO?	SIM	NÃO	N.A.
RECEBEU TREINAMENTO NA ORDEM DE SERVIÇO?	SIM	NÃO	N.A.	FALTARAM EPI / EPC?	SIM	NÃO	N.A.
FOI ABERTA A PT- PERMISSÃO DE TRABALHO?	SIM	NÃO	N.A.	SE NÃO FALTARAM, ERAM ADEQUADOS?	SIM	NÃO	N.A.
FEZ APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO?	SIM	NÃO	N.A.	AS FERRAMENTAS ESTAVAM EM PERFEITAS CONDIÇÕES?	SIM	NÃO	N.A.
COLABORADOR REINCIDENTE?	SIM	NÃO	N.A.	O RESPONSÁVEL PELO SERVIÇO ESTAVA PRESENTE?	SIM	NÃO	N.A.
SITUAÇÃO REINCIDENTE?	SIM	NÃO	N.A.	A ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE ESTÁ ADEQUADA?	SIM	NÃO	N.A.
DOCUMENTOS QUE DEVEEM SER ANEXADOS NA INVESTIGAÇÃO:			COMPROVAÇÃO DE TREINAMENTO NA OS	CÓPIA DA PT E APR			
			FOTOS / CROQUIS DO LOCAL DO ACIDENTE	CÓPIA DA FICHA DE EPI			

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

Quando ocorre a falta de algum dos itens previstos na segunda parte da SEWO, imediatamente ele entra na quarta parte, que é sobre levantamento das causas. Caso não seja necessário o requisito, deve-se preencher a SEWO no item de N.A- Não Aplicável.

A terceira parte também pode contribuir com possíveis causas para serem investigadas. É nela onde ocorre o detalhamento em relação ao local do acidente, fotografias da ocorrência, além de informação do agente causador direto do acidente, como pode ser observado na Figura 3.5.

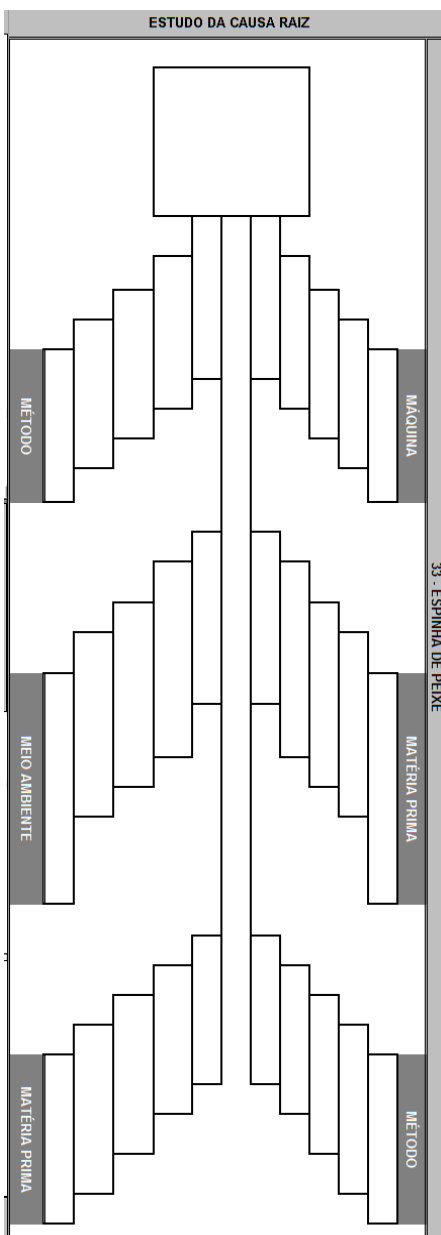
Figura 3.5- Terceira parte do SEWO

28 - TIPOLOGIA DO ACIDENTE:										29 - PARTE(S) DO CORPO ATINGIDA(S):									
☐ Abrasão	☐ Infecção	☐ Torção	☐ Abdômen-bacia	☐ Tórax															
☐ Cefaleia	☐ Laceração	☐ Lesões múltiplas	☐ Cabeça-pescoço	☐ Outros															
☐ Contusão	☐ Luxação	☐ Perfuração	☐ Coluna cervical	☐ Outros															
☐ Corte	☐ Polí traumático	☐ Punstura	☐ Mãos e dedos																
☐ Distensão	☐ Respingo de produto	☐ Queimadura	☐ Membros superiores																
☐ Escoriação	☐ Intoxicação		☐ Membros inferiores																
☐ Enegamento			☐ Órgãos internos																
☐ Fer. Contusão			☐ Partes múltiplas																
☐ Fratura			☐ Pes e dedos																
☐ Intoxicação																			
30 - FOTOS DO LOCAL / ACIDENTE / OBSERVAÇÕES IN LOCO																			
31 - UTILIZAVA ALGUM EQUIPAMENTO / FERRAMENTA?										32 - AGENTE CAUSADOR DA LESÃO:									
☐ NÃO ☐ SIM QUAL? _____																			

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

Para investigação das causas da ocorrência, existe no formulário a quarta parte. Como demonstrado na Figura 3.6, consiste no detalhamento levantamento das causas, pode-se utilizar a ferramenta 6M, também conhecida como espinha de peixe. É nesta etapa onde ocorre o levantamento de todas as possíveis contribuições para a ocorrência, as informações podem vir das etapas anteriores do formulário.

Figura 3.6- Quarta parte do SEWO



Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

Após preenchida, as causas consideradas relevantes são relatadas na quinta parte do formulário, que é apresentada na Figura 3.7.

Figura 3.7- Quinta parte do SEWO

34 - CAUSAS			
Nº	LISTA DAS CAUSAS POSSÍVEIS	CHEGAGEM CAUSAS POSSÍVEIS	OK?

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

Após listado as causas contribuintes para o acontecimento da ocorrência é decidido as ações que serão tomadas para remediação. Essas ações, os prazos, responsáveis e status de andamento são descritos na sexta parte da SEWO, como pode ser visto na Figura 3.8. Pode-se utilizar a ferramenta dos 5 porquês nesta etapa, para que de fato as ações propostas tenham atuação na causa raiz.

Figura 3.8- Sexta parte do SEWO

ACOMPANHAMENTO DAS MEDIDAS PREVENTIVAS / CORRETIVAS	35 - ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES			
	OBSERVAÇÕES SOBRE O ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES	AÇÕES		STATUS DAS MEDIDAS
		QUEM	QUANDO	

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

A partir da sexta etapa do formulário entramos na execução do ciclo PDCA, na sétima parte (Figura 3.9) temos a parte que checa a eficácia dos resultados, e por fim se for comprovado que as ações tomadas não foram suficientes ou ocorrer a reincidência das ocorrências, deve ser informado na parte de comentários, também incluída na sétima parte do formulário, que as ações não foram necessárias para reduzir o risco e uma nova investigação de ocorrências deve ocorrer. Assim encerra-se as etapas do PDCA e a SEWO.

Figura 3.9- Sétima parte da SEWO

DADOS COMPLEMENTARES				
36 - RESULTADOS ALCANÇADOS:				
NOS ÚLTIMOS 3 MESES VERIFICARAM-SE EVENTOS, DETERMINADAS PELA MESMA CAUSA RAIZ?				
		SIM		VERIFICAR NOVAMENTE EM:
		NÃO		
37 - RESPONSABILIZAVEL PELA INFORMAÇÃO:				
NOME(S):	MATR.		DATA:	EMPRESA:
38 - MÉDICO DO TRABALHO:				
Parecer Médico				
NOME:	CRM	DATA:	ASSINATURA:	
39 - CIÊNCIA DA GERÊNCIA DO SETOR				
COMENTÁRIOS:				
NOME: DATA:				

Fonte: Adaptado do formulário de investigação de ocorrências da empresa.

3.4 Construção da matriz S

A matriz S, como já dito anteriormente, é o direcionador utilizado para zerar acidentes na empresa. A área de atuação é ordenada da mais prioritária a menos prioritária de acordo com a pontuação gerada em função do número de ocorrências geradas e sua classificação, segundo a fórmula:

$$Pontuação = (A * 100) + (B * 50) + (C * 30) + (D * 15) + (E * 1)$$

onde:

A= número de ocorrências de acidentes fatais;

B= número de ocorrências de acidentes com afastamento igual ou superior a trinta dias;

C= número de ocorrências de acidentes com afastamento inferior a 30 dias;

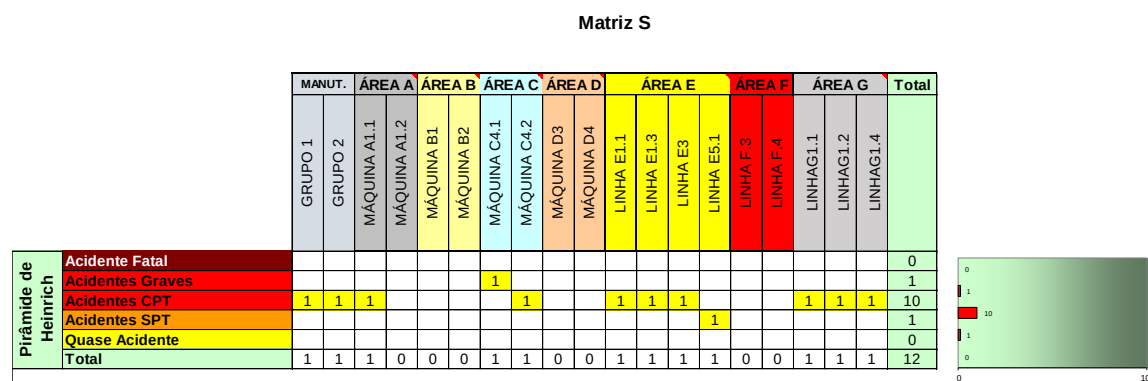
D= número de ocorrências de acidentes sem perda de tempo;

E= número de quase acidentes.

Na Figura 3.10, podemos observar que uma ocorrência foi CPT grave, dez foram CPT e uma foi SPT. Totalizando assim doze ocorrências.

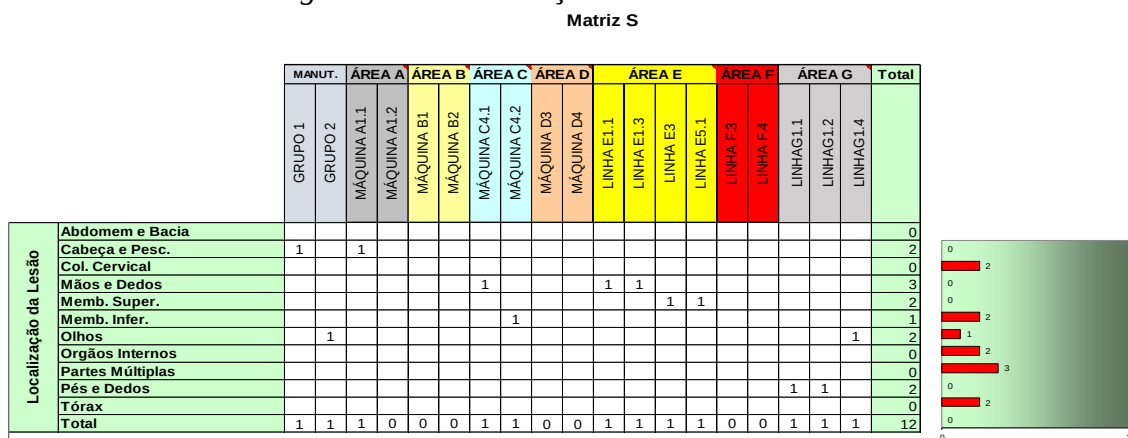
Sobre a localização da lesão, podemos visualizar na Figura 3.10, que as doze ocorrências atingiram diferentes partes do corpo. Da seguinte forma: cabeça e pescoço duas, três em mãos e dedos, duas nos membros superiores, uma no membro inferior, duas nos olhos e duas em pés e dedos. Essas informações são relevantes para indicar os locais que mais são atingidos. Isso pode ser direcionador para campanhas de educação focadas, como, por exemplo, cuidados com as mãos, ou até mesmo para indicar melhorias no procedimento da atividade que não deixe que o colaborador fique com as mãos livres, como inserir botões de duplo comando em máquinas.

Figura 3.10- Gravidade das ocorrências na matriz S.



Fonte: Autor.

Figura 3.11- Localização da lesão na matriz S.

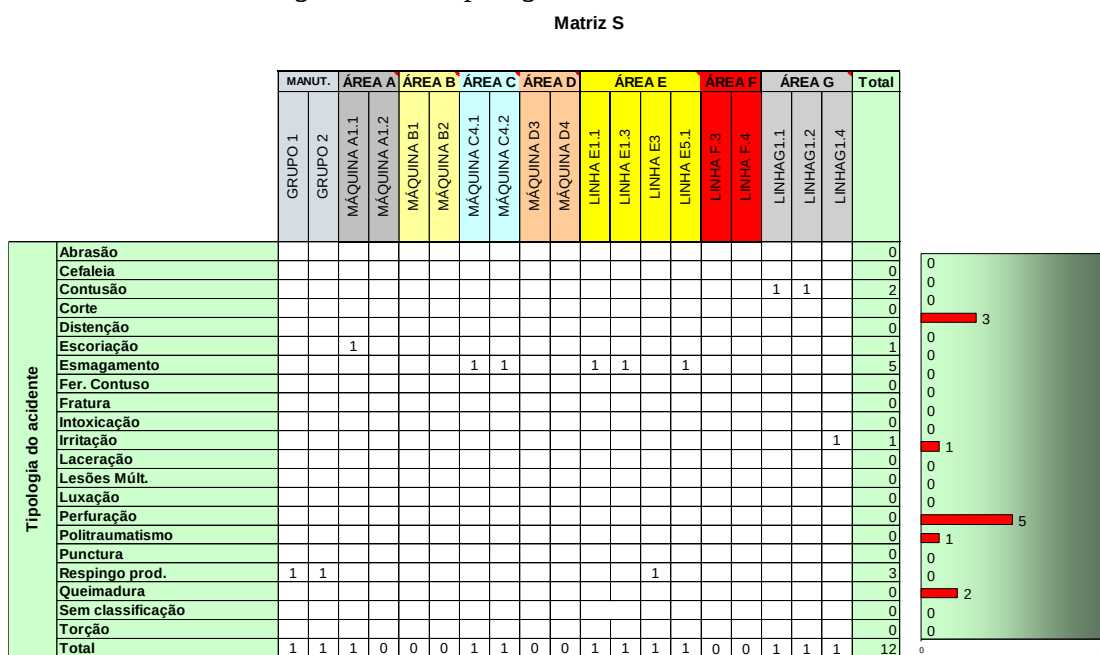


Fonte: Autor.

O tipo de ocorrência pode ser visto na Figura 3.12, sendo das doze ocorrências, duas sendo contusão, uma escoriação, cinco esmagamentos, uma irritação e três respingo de produto químico. O tipo de ocorrência diz muito sobre a causa. Esmagamentos e escoriações, por exemplo, estão sempre ligados a falta de segurança na máquina que é resultado do ambiente inseguro, enquanto que respingo de produtos pode ser associado ao ato inseguro.

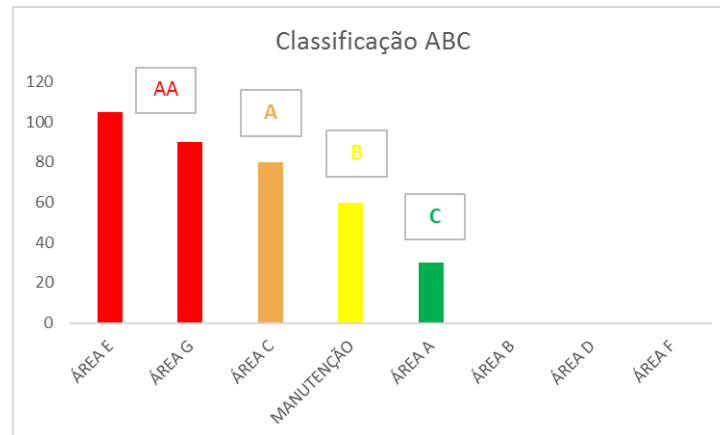
Outra informação que é descrita na matriz S é a causa raiz da ocorrência, descrito na Figura 3.13. Para o cenário apresentado, três foram causadas por atitude, duas por problemas de atenção, quatro por ferramentas/equipamentos e três por falhas no procedimento/sistema.

Figura 3.12- Tipologia do acidente na matriz S.



Fonte: Autor.

Figura 3.15 – Classificação ABC



Fonte: Autor

A classificação acontece de acordo com a seguinte explicação:

- AA: são as áreas que representam 50% do total da pontuação e deve ser o foco do trabalho da equipe de segurança industrial.
- A: são as áreas que somadas as pontuações com as já classificadas como AA irão representar 70% da pontuação total, sendo fortes candidatas para em uma segunda rodada, após adequação das priorizadas, serem classificadas como AA.
- B: são as áreas que, somadas as pontuações com as já classificadas como AA e A, irão representar 90% da pontuação total.
- C: são as áreas restantes, que somadas as classificadas como AA, A e B irão representar 100% da pontuação total.

Como observado, a classificação ABC demonstra qual as áreas são consideradas como AA, A, B e C, onde a primeira área dentre as AA deve ser trabalhada e considera a área modelo, ou seja, a área que terá “zero” possibilidade de gerar ocorrências.

No entanto, alguns pontos que estimulam os decisores a não respeitar a ordem dessa classificação é a aproximação das pontuações, o empate gerado em alguns casos e o tipo de ação necessária para tornar a área modelo, onde muitas delas são de pequena duração e podem ser realizadas sem a necessidades de se passar por um processo de planejamento estruturado para atuação.

Outro ponto a ser destacado, é que a consequência do acidente é algo imprevisível, e o potencial do risco previsto pode não determinar de fato a consequência. Por exemplo, um

tropeço gerado por não conformidade do chão é considerado algo de risco leve, pois acredita-se que o indivíduo não terá lesão nenhuma, porém pode ocorrer casos em que o indivíduo cai, bate com a cabeça e gera inclusive um acidente fatal. Ou um caso em que a falta de proteção da máquina guilhotina, considerado como risco alto por possuir potencial para uma amputação, ocasiona somente um lançamento de algum material no colaborador, gerando um machucado leve sem necessidade de afastamento do mesmo do local de trabalho. Na pontuação prevista pela matriz, é dada a classificação em cima da consequência do acidente e não do potencial do risco, logo acidentes que possuem maior potencial, mas que na ocorrência, por sorte, tiveram a consequência menor, podem não ser priorizados.

O WCM apresenta os pontos que devem ser o foco de atuação na organização para atingir resultados nos seus primeiros meses de aplicação. Após a formação do direcionador de segurança, que é a matriz S, os gestores utilizam os resultados para guiar onde serão despendidos os esforços, a área AA, gerando melhorias que possuam maior impacto na organização. Porém, nem sempre é possível, somente com o resultado gerado pela matriz, a escolha adequada por parte dos decisores. Alguns pontos como a indiferença pela preferência do decisor, inclusão de preferência por ações estratégicas e ordenação das alternativas sem gerar empate, impossibilitam que o decisor possa seguir o direcionador gerado e, assim, atingir seus objetivos. Em decorrência disto, gasta-se maior tempo no processo de tomada de decisão, deixando-a vulnerável a falhas.

Para resolver essa problemática é viável a utilização dos métodos multicritério de apoio a decisão, onde serão incluídas no processo de ordenação as preferências dos gestores e qualquer outro ponto que for considerado necessário à observação no processo de decisão. Dentre os métodos, decidiu-se utilizar o PROMETHEE II, como já dito na seção 2.3.3, este método estabelece uma ordem completa através da sobreclassificação das alternativas. Por isto, se faz necessário calcular os fluxos positivos e negativos da preferência em cada alternativa.

3.5 Definição de critérios

Para melhor ordenação das áreas, foi proposto pelo analista de segurança e aprovado pelo decisor, o engenheiro de segurança, que os critérios serão relacionados às classificações de consequência dos acidentes, segundo a pirâmide de Heinrich, e do nível de complexidade das ações tratativas. Além disso, as áreas que tiveram ocorrências e apresentaram ações que

possam ser replicadas para áreas similares, devem ter a pontuação multiplicada pela quantidade de vezes em que será replicada.

Para realizar um suporte na tomada de decisão do decisor de forma mais coerente com suas necessidades, foram implementados critérios que levem em consideração a complexidade das ações geradas para cada ocorrência, onde ações mais complexas sejam prioritárias as demais, além de considerar também ações que possam ser implementadas em linhas similares, sendo estas prioritárias por possuir um só planejamento e assim conseguir atingir várias linhas, gerando de fato um resultado com menores potenciais de ocorrências na área. Logo, temos os seguintes critérios atrelados as alternativas:

- CPT fatal (C1): Acidentes que acarretaram na morte da vítima.
- CPT (C2): Acidentes que devido à gravidade fizeram com que a vítima precisasse se afastar com tempo superior a 30 dias do ambiente de trabalho.
- SPT (C3): Acidente de baixa gravidade que após os devidos cuidados, a vítima já é liberada para voltar as suas atividades, sem ser necessário o afastamento.
- QA (C5): São ações apontadas pelos colaboradores que apresentam o potencial de causar uma ocorrência, mas que até então não causaram.
- Ações de Baixa complexidade (C6): Aquelas que necessitam de baixo tempo de execução, assim como apresenta baixos custos, e não necessita de uma mão de obra especialista.
- Ações de Média complexidade (C7): Aquelas que necessitam de um tempo de execução mediano (superior a quinze dias), bem como apresenta custos consideráveis e precisa de mão de obra específica.
- Ações de Alta complexidade (C8): aquelas que necessitam de tempo de execução alto (superior a trinta dias), apresentar maior necessidade de planejamento, necessita de um grupo de mão de obra especialista, e apresenta um custo elevado.

3.6 Ponderação dos critérios

Os critérios que são relacionados à pirâmide de Heinrich devem apresentar à proporção dita pela mesma, onde para cada 30.000 desvios de acidentes, teremos 3.000 incidentes, 300 acidentes sem afastamento, 30 acidentes com afastamento e 1 acidente fatal. Observando assim uma relação de 10% entre os critérios. Logo, sugeriu-se que os pesos fosse:

FATAL =100

CPT GRAVE = 90

CPT = 81

SPT = 73

QA = 66

Porém, o decisor não se sentiu confortável com a definição dos pesos dos critérios baseada na pirâmide de Heinrich e preferiu definir a pontuação de forma proporcional às suas preferências, onde ocorrências de maior gravidade devem ser priorizadas, bem como ações que são caracterizadas como de maior complexidade e por fim ação que podem ser replicadas mais vezes, impactando na expansão do WCM na empresa. Logo, os pesos dos critérios relacionados a caracterização da gravidade:

FATAL = 100

CPT GRAVE = 50

CPT = 30

SPT = 15

QA = 1

Baixa complexidade = 30

Média complexidade = 50

Alta complexidade = 100

Para a matriz de decisão, foi-se incluso as alternativas, que representam as áreas que devem ser ordenadas, além disto temos também os critérios que foram inclusos que englobam a matriz S e que envolve a complexidade das ações, estas por sua vez são as ações necessárias para melhoria da área para que ela se torne modelo em segurança. Todos os critérios foram mensurados através da sua quantidade absoluta.

Contabilizou-se a quantidade de ocorrências, bem como a quantidade de ações atreladas para cada ocorrência, foi desconsiderado ações que se repetiam dentro de uma mesma área, bem como multiplicou-se ações que podem ser replicadas. O valor resultante desta multiplicação foi inserido na matriz de decisão, bem como os valores das ocorrências, seus respectivos pesos e o tipo, este foi considerado usual para todos os critérios.

Como mostra na matriz S e na Figura 3.10, na área de manutenção ocorreu 2 CPT, que geraram 6 ações, como uma é repetida, só contabilizamos 5 ações de baixa complexidade, 4 de média complexidade e 1 de alta complexidade. As melhorias dessa linha não podem ser replicadas.

Na área A, ocorreu 1 CPT, que gerou 2 ações de alta complexidade, as melhorias podem ser aplicadas em outras 3 linhas, totalizando 4. Na área B, não teve ocorrências. Na área C, ocorreu 1 CPT grave e 1 CPT, gerando assim 8 ações de baixa complexidade, sendo 2 delas repetidas, 2 ações de média complexidade e 3 ações de alta complexidade. As melhorias propostas podem ser aplicadas em 7 linhas. Na área D, não teve ocorrências. Na área E, ocorreu 3 CPT e 1 SPT, onde melhorias sugeridas em linhas que ocorreram 2 CPT serem possível de aplicação em 9 linhas totais, destes temos 2 ações de alta complexidade, 5 ações de baixa complexidade, sendo 1 repetida. O outro CPT gera 2 ações de melhoria de baixa complexidade, e ela pode ser aplicada somente para uma linha. 3 ações de média complexidade e 1 ação de alta complexidade. A ocorrência SPT, gerou 1 ações de melhoria de média complexidade que podem ser aplicadas em 2 linhas. Na área F, não teve ocorrências. Na área G, ocorreu 3 CPT, que geraram 1 ação de média complexidade e 3 ações de baixa complexidade, as melhorias propostas podem ser aplicadas em 6 linhas.

Logo, com todas as alternativas e critérios de seleção definidos, é possível gerar a matriz de decisão, conforme mostrado na Tabela 3.3.

Para este trabalho foi utilizado o software Visual PROMETHEE Academic. Ele apresenta todas as características multicritério, como o PROMETHEE *ranking* e o plano GAIA 2D e 3D.

Para a avaliação das funções de preferência do decisor, verificou-se que a função usual (Tipo I) melhor se adequou, pois para o decisor qualquer diferença na performance é significativa para a sobreclassificação da alternativa. Essa verificação foi válida para todos os critérios. Nesse tipo de função de preferência não existe nenhum parâmetro a ser determinado pelo decisor.

Tabela 3.3 Matriz de decisão

Critérios	CPT fatal	CPT grave	CPT	SPT	QA	Baixa complexidade	Média complexidade	Alta complexidade
Min/ Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
PESO	100	50	30	15	1	30	50	100
Tipo da função	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Manut.	0	0	2	0	0	5	4	1
Área A	0	0	1	0	0	0	0	8
Área B	0	0	0	0	0	0	0	0
Área C	0	1	1	0	0	42	14	21
Área D	0	0	0	0	0	0	0	0
Área E	0	0	3	1	0	38	5	19
Área F	0	0	0	0	0	0	0	0
Área G	0	0	3	0	0	18	6	0

Fonte: Autor

Incluindo os dados da matriz decisão no Visual PROMETHEE Academic, temos os seguintes resultados, conforme mostrado na Tabela 3.4.

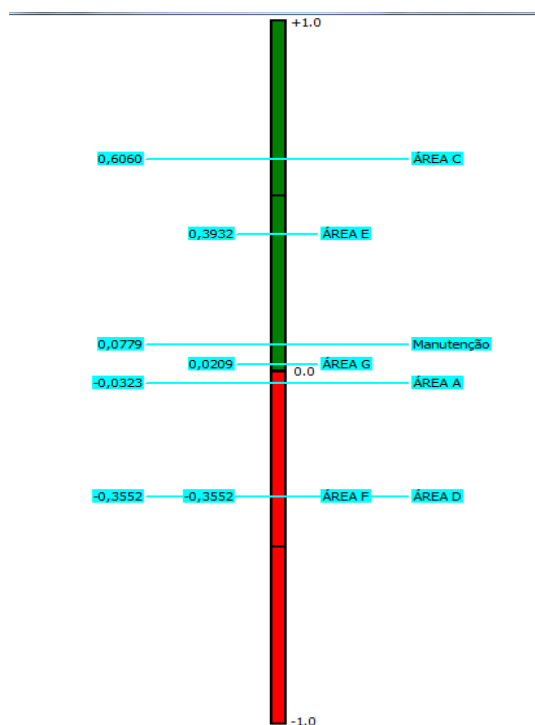
Tabela 3.4- Fluxo de sobreclassificação

	$\Phi^+(a)$	$\Phi^-(a)$	Φ
ÁREA C	0,6247	0,0386	0,5862
ÁREA E	0,4833	0,1029	0,3804
MANUTENÇÃO	0,3197	0,2444	0,0753
ÁREA G	0,2315	0,2113	0,0202
ÁREA A	0,2168	0,2481	-0,0312
ÁREA B	0,0000	0,3436	-0,3436
ÁREA D	0,0000	0,3436	-0,3436
ÁREA F	0,0000	0,3436	-0,3436

Fonte: Autor.

Como observado na Tabela 4.6, temos os fluxos das alternativas, as que possuem maior fluxo líquido são as que sobreclassifica as demais. Ou seja, são preferência. Na Figura 3,16, é possível visualizar o *ranking* das alternativas.

Figura 3.16- PROMETHEE ranking



Fonte: Visual PROMETHEE software

3.7 Análise dos resultados

É possível verificar que a ordenação das áreas seguindo somente a metodologia do WCM, a matriz S, ocorre uma diferença em relação ao resultado obtido pelo PROMETHEE, como podemos verificar na Tabela 3.5.

Tabela 3.5- Resultados obtidos na matriz S e no PROMETHEE .

	Matriz S	PROMETHEE II
1º	ÁREA E	ÁREA C
2º	ÁREA G	ÁREA E
3º	ÁREA C	MANUTENÇÃO
4º	MANUTENÇÃO	ÁREA G
5º	ÁREA A	ÁREA A
6º	ÁREA B, D e F.	ÁREA B, D e F.

Fonte: Autor

Na matriz S foi somado um valor de acordo com a caracterização da ocorrência, já no PROMETHEE II, como existe critérios que possuem pesos maiores que outros, ocorreu a sobreclassificação das alternativas em relação as outras.

O PROMETHEE II é mais adequado pois possui elementos da organização que foram incluídos pelo decisor em critérios e na escolha dos pesos.

Na Figura 3.16 pode-se observar que a área C foi sobreclassificada as outras alternativas, apesar de ter somente duas ocorrências atreladas a área, foi a única onde ocorreu um CPT grave, além de apresentar também um CPT e ações de melhorias principalmente com alta complexidade, ou seja, apresentou critérios considerados com maior peso para o decisor. Os riscos atrelados a essa área são exatamente ligados a falta de proteções nas máquinas, falta de treinamento e de procedimento adequados, onde seja incluído os cuidados necessários para algumas atividades e mudanças de outras atividades que aumentam o risco de acidentes para o trabalhador. Na área C o único critério que não é presente é o SPT.

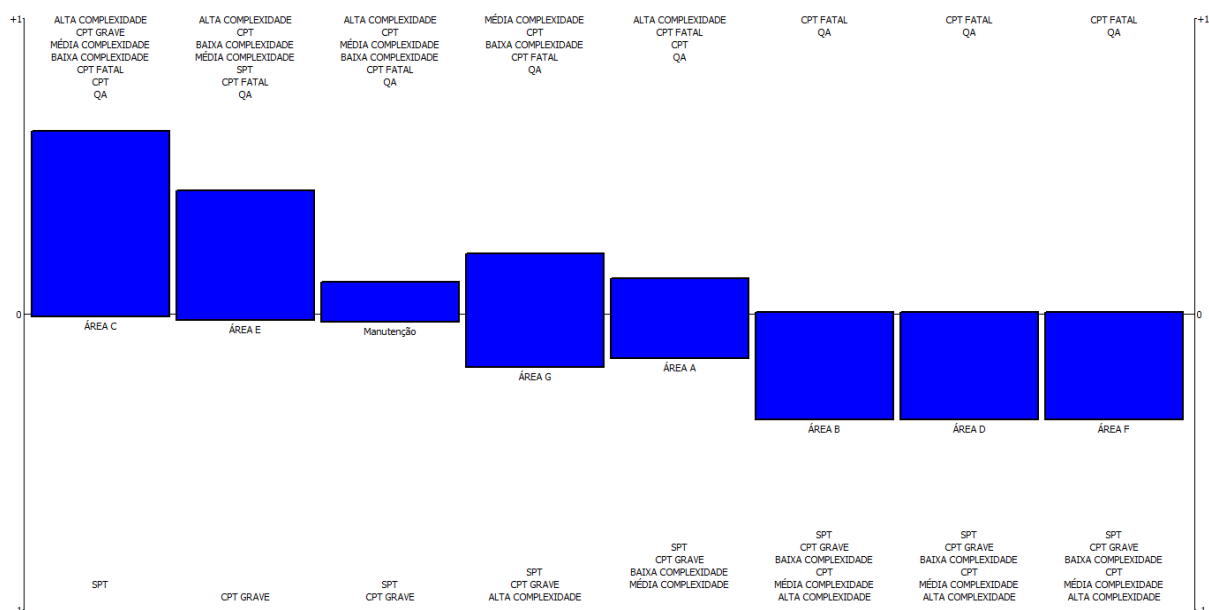
A segunda alternativa do *ranking* é a área E, apesar de ser a única a apresentar um SPT, que é um critério de menor peso se comparado a os CPT grave e CPT, nesta área também ocorreu 3 CPT e possui ações de melhorias com alta complexidade, como substituição de máquinas, elaboração de projeto para inclusão de acessórios para facilitar na atividade do funcionário e incluir proteções nas máquinas, além de ações de média e baixa complexidade como treinamentos e inclusão em procedimentos padrão. Na área E o critério que não teve ocorrência foi o CPT grave.

A manutenção não apresentou ocorrências atreladas aos critérios SPT e CPT grave, porém apresenta risco como substituição de peças e produtos utilizados pela equipe, bem como falta de treinamento dos envolvidos.

Na área G, não apresentou os critérios de SPT, CPT grave e alta complexidade, o risco identificado é relacionado a falta de manutenção e de sinalizações na área. Já na área A, apesar de apresentar critérios como alta complexidade das ações de melhorias, os critérios de SPT, CPT grave, média complexidade e baixa complexidade não se aplicam. As áreas B, D e F não apresentaram nenhuma ocorrência, e com isso não se aplicou nenhum critério.

Os resultados foram apresentados para o decisor, o mesmo concordou que o ranqueamento dado pelo método multicritério- Promethee II é mais adequado que o direcionador presente na metodologia do WCM, a matriz S. A ordem dada pelo PROMETHEE, garante atingimento mais rápido da organização ao seu objetivo estratégicos, que é garantir acidente zero, pois leva em consideração a expansão dos projetos através da execução das ações para áreas similares, além de priorizar áreas que necessitam de uma maior atenção devido à alta complexidade.

Figura 3.17- Relação entre alternativas e critérios.



Fonte: Visual PROMETHEE software.

4. CONCLUSÃO

A busca por um sistema de gestão que tenha como foco a melhoria contínua e que apresente impacto significativo na redução das perdas, faz com que muitas empresas busquem a implementação do WCM. Porém, é necessário a adaptação do sistema para atender as necessidades apontadas pela empresa como prioritária.

A segurança do trabalho, se faz presente em todas as organizações e deve ser contemplada dentro dos sistemas de gestão. No WCM vimos que é através do pilar *safety* que ocorre esse gerenciamento e todo o trabalho de melhoria das áreas sobre o tema segurança. Contudo, a organização visa atingir a meta do pilar, acidente zero, dentro do menor tempo possível e para isto acontecer alguns critérios devem ser incluídos no processo de decisão das áreas que serão trabalhadas.

No presente trabalho buscou-se a estruturação do processo de decisão de ordenamento de áreas a serem focados os trabalhos de melhorias, com intuito de eliminar os riscos de acidentes. Foram inclusos mais três critérios relacionados a complexidade das ações necessárias para adequação da área, além disso ocorreu uma definição dos pesos desses novos critérios por parte do decisor, isso acarretou uma maior representação das preferências do decisor, o que impactou no ordenamento gerado pelo método proposto.

Foi demonstrado que a aplicação de métodos multicritério, mais precisamente o PROMETHEE II, é uma solução para o problema encontrado no direcionador utilizado no pilar *safety* do WCM, a matriz S. Esta metodologia deve estar alinhada com os objetivos da organização e com isto ocorre a necessidade de ser informado na tomada de decisão quais são esses objetivos.

Quando comparamos os resultados, é visto que ao incluir as preferências do decisor, os resultados podem sofrer alterações, já que na matriz S, método direcionador do WCM, essas preferências não são incluídas.

Após avaliação dos resultados obtidos, os decisores avaliaram que os novos dados são mais coerentes com os objetivos definidos pela organização, assim demonstrando que a utilização da metodologia multicritério como complemento do direcionador matriz S do WCM para o ordenamento das áreas modelos em segurança é uma alternativa adequada para apoio a decisão, já que neste método a preferência do decisor é relevante.

Apesar de gerar resultados satisfatórios, o não conhecimento por parte de todos os envolvidos sobre métodos multicritérios pode gerar uma resistência na sua aplicação. É

importante ressaltar que o método inclui as preferências do decisor e estas devem ser alinhadas com os objetivos da organização, caso o decisor não demonstre preferências que representem os objetivos da organização, os resultados gerados pelo método não irá satisfazer as necessidades da organização.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. G. de; Almeida, A. T. de Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. Revista Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n.4, p. 534-543, out-dez. 2009.

BRANS JP.; VINCKE.A preference ranking organization method: the PROMETHEE method for MCDM. Manag Sci 31(6):647–656, 1985.

CAMPOS, M. B. A. Métodos Multicritérios Que Envolvem a Tomada De Decisão. 2011. p. 51.

CORTEZ, P. R. L. Análise das Relações entre o Processo de Inovação na Engenharia de Produto e as Ferramentas do WCM: *Estudo de Caso Em Uma Empresa do Setor Automobilístico*. XXX ENGEPP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo. 2010.

DE ALMEIDA, A.T. de. **Processo de Decisão nas Organizações**: Construindo Modelos de Decisão Multicritério, 1a Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

DE ALMEIDA, A.T.; COSTA, A. P. C. S. Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método PROMÉTHÉE. Gestão & Produção, v. 9, n. 2, p. 201-214, 2002.

DE FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. Operations Management. A improving operations performance with World Class Manufacturing technique: a case in automotive industry. Roma: Ed. Massimiano M. Schiraldi, 2015.

International Organization for Standardization. **ISO 45001: Occupational health and safety management systems**. p.07. 2018.

PACHECO, A. P. R. et al. O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica. Disponível em: <<http://www.issbrasil.usp.br/pdfs2/ana.pdf>> Acesso em: 14 junho. 2018.

PALUCHAa, K. (2012), “World class manufacuring model in production management”, International Scientific Journal, Vol.58, Issue 2, 227-234.

PEREIRA, 2016. Aplicação do pilar segurança do World Class Manufacturing: estudo de caso em uma empresa do ramo automobilístico.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. Gerenciamento de Riscos: Santa Maria. Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil, 2013.

SCHONBERGER, R.J. (1986), “The vital elements of world-class manufacturing”, *International Management*, Vol. 41 No. 5, pp. 76-8.

Visual PROMETHEE software. Site: <http://www.promethee-gaia.net/software.html>. Acessado em 01 de junho de 2018.

YAMASHINA, H. *WCM do dia-a-dia da fábrica para o dia-a-dia da sua vida*. Material interno de divulgação do WCM Pilar safety da empresa em estudo, 2010.

YAMASHINA, H. *World class manufacturing: Apostila Métodos e instrumentos*. Material interno de aplicação WCM da empresa em estudo, 2009.

ANEXO A- CARACTERIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS.

	DESCRIÇÃO	UGB	CARACTERIZAÇÃO	LOCAL
Acidente 1	FUNCIONÁRIO ESTAVA REALIZANDO LIMPEZA NA PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA, SE DESLOCOU PARA A PARTE FRONTAL E FOI TER ACESSO A PARTE MÓVEL DO EQUIPAMENTO, PENSANDO QUE A MESMA NÃO ESTAVA EM MOVIMENTO. AO ACESSAR, TEVE SEU DEDO INDICADOR DA MÃO ESQUERDA AMPUTADO PRÓXIMO A SEGUNDA FALANGE E UM CORTE PROFUNDO NA PRIMEIRA FALANGE DO DEDO MÉDIO.	ÁREA C	CPT GRAVE	MÁQUINA C4.1
Acidente 2	O OPERADOR FOI DESTRAVAR A PLACA DA ESTEIRA DE ENVELOPAMENTO, QUANDO A ESTEIRA DE VACUO QUE ESTAVA LEVANTADA DESCEU PRENSANDO SEU BRAÇO CONTRA A ESTEIRA DE TRANSPORTE. NO MOMENTO O MESMO ESTAVA SOZINHO E USOU DE FORÇA PARA SOLTAR O BRAÇO, O EQUIPAMENTO TEM UMA FUNÇÃO DE BAIXAR A ESTEIRA DE VACUO QUANDO ACIONADA, OS BOTÕES DE ACIONAMENTO INTERNOS FICAM NA ALTURA DA PERNA DO OPERADOR, DEVIDO A PRESSÃO DA PERNA DO MESMO CONTRA AS BOTOEIRAS A ESTEIRA BAIXOU INSTANTANEAMENTE.	ÁREA E	SPT	LINHA E5.1
Acidente 3	AO MOVIMENTAR O CARRETEL DE GRADE PROPERZI PARA ALIMENTAR O DESBOBINADOR DA LINHA DE EMPASTAMENTO, O OPERADOR EMPURROU O CARRETEL SOBRE A BASE DA COLUNA, FAZENDO COM O QUE MESMO TOMBASSE SOBRE SUA PERNA DIREITA.	ÁREA C	CPT	MÁQUINA C4.2
Acidente 4	APÓS TROCA DO REGISTRO E INSTALAÇÃO DE UMA CURVA NA TUBULAÇÃO DE ÁCIDO, MANTENEDOR FOI ATINGIDO POR SOLUÇÃO NO SEU ROSTO E PEITORAL. DEVIDO A MÁ FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO , QUE FOI REALIZADA POR COLA.	Mamut	CPT	GRUPO 1

Acidente 5	AO BAIXAR O PRODUTO SOBRE A ESTEIRA DO LEVANTAMENTO DE BORNES O COLABORADOR TEVE SEU DEDO INDICADOR DA MÃO DIREITA PRENSADO ENTRE O PRODUTO E A ESTEIRA.	ÁREA E	CPT	LINHA E1.3
Acidente 6	AO PASSAR PELA PORTA DA MÁQUINA A1, O COLABORADOR FOI ATINGIDO DE RASPÃO NA CABEÇA POR UMA PROTEÇÃO METÁLICA DO MOTOREDUTOR DA ESTEIRA TRANSPORTADORA.	ÁREA A	CPT	MÁQUINA A1.1
Acidente 7	O COLABORADOR, AO LIXAR E CORTAR UM EIXO DE INOX COM UMA LIXADEIRA, TEVE SEU OLHO ESQUERDO ATINGIDO POR UMA LIMALHA.	Manut	CPT	GRUPO 2
Acidente 8	O COLABORADOR SOFREU LESÃO EM CALCANHAR E TORNOZELO DIREITO QUANDO TRANSITAVA NA FAIXA.	ÁREA G	CPT	LINHA G1.1

Acidente 9	AO LIMPAR OS BICOS DO HOT MELT TEVE O PULSO DIREITO ATINGIDO POR COLA QUENTE	ÁREA E	CPT	LINHA E3
Acidente 10	. AO LEVANTAR AS COSTELAS DO CAVALETE , O COLABORADOR NÃO TRAVOU O PINO DE SUSTENTAÇÃO, CAUSANDO O RETORNO DA COSTELA QUE VEIO A PRENSAR SEU DEDO POLEGAR NA BASE.	ÁREA E	CPT	LINHA E1.1
Acidente 11	O COLABORADOR SOFREU ENTORSE EM TORNOZELO ESQUERDO QUANDO REALIZAVA COLOCAÇÃO DE DENSÍMETRO, AO PISAR NA GRADE DE UMA CANALETA.	ÁREA G	CPT	LINHA G1.2
Acidente 12	AO RETIRAR DA PLATAFORMA A CAIXA ONDE FICAM AS TAMPAS QUE SÃO USADAS NA LAVAGEM DO PRODUTO, CAIU E RESPINGOU SOLUÇÃO, AO CAIR DA CAIXA O OPERADOR TEVE UM PEQUENO DESEQUILÍBRIO, POIS ESTAVA DE CÓCORAS E O CORPO INCLINOU UM POUCO PRA TRÁS, A SOLUÇÃO ENTROU POR BAIXO DO PROTETOR FACIAL ATINGINDO O OLHO DIREITO DO COLABORADOR.	ÁREA G	CPT	LINHA G1.4

ANEXO B- AÇÕES DE MELHORIAS E NÍVEL DE COMPLEXIDADE DA AÇÃO.

	AÇÕES	COMPLEXIDADE DA AÇÃO	ÁREAS APLICÁVEIS
Acidente 1	1 - INSTALAR CALÇO PARA QUE SEJA FEITA A PARADA IMEDIATA QUANDO A PROTEÇÃO FOR ABERTA E O BOTÃO DE PARADA ACIONADO.	ALTO	2
	2- INSTALAR PROCEDIMENTO VISUAL , PARA ALERTA QUANDO AOS CUIDADOS AO REALIZAR INTERVENÇÃO NO LOCAL COM A PROTEÇÃO PRINCIPAL ABERTA	BAIXO	
	3- INCLUIR CUIDADOS NA OS	BAIXO	
	4 - TREINAR TODOS OS ENVOLVIDOS NO PROCEDIMENTO VISUAL E NA OS	BAIXO	
	5 - INSTALAR SISTEMA ELÉTRICO PARA QUE A PROTEÇÃO SÓ POSSA SER ABERTA APÓS PARADA TOTAL DA ENGENHAGEM INTERNA	ALTO	
	6- INSTALAR PROTEÇÃO POR TRÁS DA PARTE MECÂNICA QUE EXISTE HOJE. A PROTEÇÃO NÃO PODE DEIXAR NENHUM ESPAÇO PARA ACESSO AS PARTES MÓVEIS	ALTO	
Acidente 2	1. COLOCAR PROTEÇÃO NA BOTOEIRA DE ACIONAMENTO DO BRAÇO.	MÉDIO	2
Acidente 3	1 - TREINAR OPERADORES NO TRANSPORTE CORRETO DOS CARRETÊIS.	BAIXO	2
	2- ELIMINAR O RISCO DE TOMBAMENTO DO CARRETEL NA BASE DA COLUNA INSERINDO PROTEÇÃO.	MÉDIO	
	3- DEFINIR TRAJETÓRIA SEGURA DE MOVIMENTAÇÃO PINTANDO LAYOUT NO PISO.	BAIXO	
	4- ELIMINAR OBSTÁCULOS NO PERCURSO DOS CARRETÊIS.	MÉDIO	
	5- ELABORAR AOS ESPECÍFICA PARA A ATIVIDADE CONTEMPLANDO: POSIÇÃO PARA CONDUZIR A BOBINA; POSIÇÃO PARA MANOBRAS;	BAIXO	
	6 - TREINAR OPERAÇÃO NA NOVA AOS.	BAIXO	
Acidente 4	7- IMPLANTAR O USO DE PORTA PALETE (JÁ DISPONÍVEL) PARA TRAJETO. (ZELOSO ESPECÍFICO PARA O CARRETEL)	BAIXO	1
	1 - UTILIZAR COLA VERMELHA, COM CURA DE 08hs, PARA TROCA DE TUBULAÇÕES /REGISTROS NO PREPARO.	MÉDIO	
	2 - INSERIR COLA VERMELHA NO ESTOQUE	MÉDIO	
	3 - SUBSTITUIR VÁLVULAS DE COLA POR ROSCAS E PADRONIZAR O DIÂMETRO	MÉDIO	
	4 - MELHORAR VESTIMENTA DA OPERAÇÃO	MÉDIO	
	5 - OFICIALIZAR PROCEDIMENTO E TREINAR TODOS OS ENVOLVIDOS	BAIXO	
	6 - FAZER AOS PARA TROCA DE VÁLVULAS NA FORMAÇÃO	BAIXO	
	7 - TREINAR TODOS OS ENVOLVIDOS NA AOS	BAIXO	
Acidente 5	8 - INSTALAR PROTEÇÃO NA FRENTE DO ACIONADOR DA BOMBA	ALTO	9
	1- CONFECCIONAR ALÇA PARA PEGA O PRODUTO	ALTO	
	2 - CONFECCIONAR BANCADA PARA RETIRADA DOS BORNES E TAMPAS;	ALTO	
	3 - CRIAR AOS PARA A ATIVIDADE DE RESSELAR	BAIXO	
	4 - TREINAR LÍDERES	BAIXO	
Acidente 6	5 - TREINAR OS COLABORADORES	BAIXO	4
	1 - SUBSTITUIR A ESTEIRA.	ALTO	
Acidente 7	2 - REINSTALAR PROTEÇÃO DA ESTEIRA ALTERANDO FORMA DE FIXAÇÃO.	ALTO	1
	1 - ADVERTIR O FUNCIONÁRIO PELO NÃO USO DO EPI.	BAIXO	
	2 - REFORÇAR TREINAMENTO COM A EQUIPE SOBRE A AOS.	BAIXO	
Acidente 8	3 - IMPLANTAR CHECK LIST COMPORTAMENTAL PARA A MANUTENÇÃO.	BAIXO	6
	1 - COLOCAR SINALIZAÇÃO DE ATENÇÃO	BAIXO	
	2- REFORMAR O PISO	MÉDIO	

Acidente 9	1 - CONFECCIONAR FERRAMENTA ESPECÍFICA PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE	MÉDIO	1
	2 - ELABORAR OS PARA A MÁQUINA DE HOT-MELT	BAIXO	
	3 - TREINAR OS COLABORADORES	BAIXO	
	4 - SUBSTITUIR A MÁQUINA POR UM MODELO MAIS SEGURO.	ALTO	
	5- SUBSTITUIR O EPI DA FUNÇÃO POR OUTRO MAIS RECOMENDADO	MÉDIO	
	6 - ELABORAR UM PADRÃO VISUAL PARA USO DE LUVAS CANO LONGO NA HOT-MELT	MÉDIO	
Acidente 10	1 - DESENVOLVER PADRÃO VISUAL PARA ALERTAR A REALIZAÇÃO CORRETA DA ATIVIDADE E INTEGRIDADE DO CAVALETE	BAIXO	9
	2- TREINAR TODOS OS COLABORADORES ENVOLVIDOS	BAIXO	
	3 - ADVERTIR COLABORADOR POR DESCUMPRIR OS PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA	BAIXO	
Acidente 11	1- REALIZAR A MANUTENÇÃO DA CANALETA.	BAIXO	6
Acidente 12	1- REVISAR O POP DA ATIVIDADE.	BAIXO	6