



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MAYARA THAIS SOARES MARQUES

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE EPI A PARTIR DO
MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO SAPEVO-M-NC:
UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

SUMÉ - PB

2024

MAYARA THAIS SOARES MARQUES

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE EPI A PARTIR DO
MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO SAPEVO-M-NC:
UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira.

SUMÉ - PB

2024



M357a Marques, Mayara Thais Soares.

Abordagem para seleção e EPI a partir do método de análise multicritério SAPEVO-M-NC: um estudo de caso na construção civil. / Mayara Thais Soares Marques. - 2024.

87 f.

Orientador: Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Equipamentos de Proteção Individual - EPI. 2. Seleção multicritério. 3. Método multicritério - SAPEVO-M-NC. 4. Construção Civil. 5. SAPEVO-M-NC - método multicritério. 6. Segurança do trabalho. 7. Modelo multicritério de apoio à decisão. 8. Decisão multicritério. I. Pereira, Daniel Augusto de Moura. II. Título

CDU: 658.5(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

MAYARA THAIS SOARES MARQUES

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE EPI A PARTIR DO
MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO SAPEVO-M-NC:
UM ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira
Orientador – UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Yuri Laio Teixeira Veras Silva
Examinador I – UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Rômulo Augusto Ventura Silva
Examinador II – UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 02 de setembro de 2024.

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais e a minha tia Célia, que sempre me inspiraram, deram força e ensinaram os valores que carrego.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me deu forças para seguir nessa caminhada e que sempre foi refúgio nos momentos mais difíceis que passei ao longo desse caminho, e não foram poucos.

Aos meus pais Francisco (*in memoriam*) e Marisa, e à minha tia e mãedrinha Célia, por todo o amor que dedicam a mim, por sempre estarem ao meu lado segurando minha mão, por acreditarem em mim, por todas as orações, por me permitirem sonhar e por todos os esforços que fizeram para que eu tornasse meus sonhos realidade e chegasse até aqui, sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu tio e padrinho Ronaldo Marques que no momento mais difícil durante essa caminhada foi suporte para que eu conseguisse concluí-la.

À minha prima, amiga e irmã Eloisa que sempre me aconselhou, esteve ao meu lado em todos os momentos e foi ombro amigo, colo e abraço casa, sempre me mostrando que eu não estava sozinha. De sempre e para sempre.

À minha amiga Yara que mesmo à distância foi apoio, ombro amigo, incentivo e força, que nos momentos de dificuldade me deu palavras amigas e me acolheu e nos momentos tensos me ajudou a descontrair e encontrar felicidade até nos dias mais cinzas.

Ao meu professor, orientador e amigo, Daniel Moura, por me mostrar a engenharia de produção de uma forma que fez eu me apaixonar pelo curso, por me acolher no SIMEP, uma das melhores experiências da minha vida, e por toda a orientação enriquecedora para minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus irmãos, Fábio e Marcelo, por todos os conselhos e orientações acadêmicas, também aos meus irmãos Ricardo, Junior, Anna Cecília e Luiza Célia, por contribuírem cada um ao seu modo para tornar minha jornada mais leve.

Ao meu amigo Manoel, por ter dividido essa jornada comigo, por estar ao meu lado em todos os momentos, por todas as experiências vividas, esse caminho com certeza foi mais divertido e especial com você ao meu lado.

A minha amiga Bárbara que nunca mediu esforços para me ajudar sempre que precisei e que foi uma pessoa crucial nessa etapa final, para conseguir concretizar esse sonho.

Aos meus amigos, Diógenes, Gabriela, Otto, Iggor, Verônica, Michel, Caio, Taliana Lucielly, Lais Barroso, Lais Hortência e Naiara, por todo companheirismo, amizade, amor, alegria e carinho compartilhados.

RESUMO

A construção civil é um dos setores com os mais altos índices de acidentes de trabalho no Brasil, sendo marcada por uma série de fatores de risco. Pesquisas indicam que a natureza dinâmica e imprevisível dos canteiros de obras contribui significativamente para a frequência desses acidentes. Esses altos índices não apenas colocam em risco a integridade física dos trabalhadores, mas também geram repercussões econômicas consideráveis para as empresas. Nesse contexto, a segurança do trabalho emerge como um campo multidisciplinar voltado para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, visando garantir a saúde e a integridade física dos colaboradores. O presente trabalho tem como objetivo selecionar os melhores EPIs nas categorias luva de vaqueta, capacete e bota de segurança a serem utilizados em uma empresa do ramo da construção civil através da aplicação do método multicritério SAPEVO-M-NC. Buscando compreender de maneira aprofundada o contexto dos estudos pertinentes a esta área, foi realizada uma série de pesquisas bibliográficas e exploratórias. Ao reunir e analisar essas informações, foi possível estabelecer uma base sólida que fundamenta a coleta de dados de maneira abrangente e sistemática. Além disso, o uso e a aplicação do método escolhido foram realizados com base nas diretrizes obtidas durante a pesquisa, garantindo que as análises subsequentes fossem informadas por uma compreensão contextualizada e embasada dos temas em questão. Para a implementação dessa aplicação, foi levada em consideração a facilidade de inserir as informações no sistema. A estrutura bem-organizada do sistema permite que os dados sejam inseridos de maneira intuitiva e eficiente. Além disso, os resultados gerados são apresentados de forma clara e estatisticamente significativa, o que não apenas facilita a interpretação das informações, mas também agiliza e simplifica o processo de tomada de decisão dos decisores. Essa abordagem garante que as decisões sejam baseadas em dados concretos e facilmente compreensíveis, contribuindo para uma gestão mais eficaz.

Palavras-chave: SAPEVO-M-NC, Modelo Multicritério de Apoio à Decisão, Segurança do Trabalho, EPI, Construção Civil.

ABSTRACT

The construction industry is one of the sectors with the highest rates of workplace accidents in Brazil, characterized by a variety of risk factors. Research indicates that the dynamic and unpredictable nature of construction sites significantly contributes to the frequency of these accidents. These high rates not only jeopardize the physical integrity of workers but also result in considerable economic repercussions for companies. In this context, occupational safety emerges as a multidisciplinary field focused on the prevention of accidents and occupational diseases, aiming to ensure the health and physical integrity of employees. The present study aims to select the best Personal Protective Equipment (PPE) in the categories of split leather gloves, helmets, and safety boots to be used in a construction company through the application of the multicriteria method SAPEVO-M-NC. To gain a deeper understanding of the relevant studies in this area, a series of bibliographic and exploratory research was conducted. By gathering and analyzing this information, it was possible to establish a solid foundation that underpins comprehensive and systematic data collection. Additionally, the use and application of the chosen method were carried out based on the guidelines obtained during the research, ensuring that subsequent analyses were informed by a contextualized and well-grounded understanding of the topics in question. In implementing this application, the ease of entering information into the system was taken into consideration. The well-organized structure of the system allows data to be entered intuitively and efficiently. Moreover, the generated results are presented clearly and statistically significantly, which not only facilitates the interpretation of the information but also streamlines and simplifies the decision-making process for the decision-makers. This approach ensures that decisions are based on concrete and easily understandable data, contributing to more effective management.

Keywords: SAPEVO-M-NC, Multicriteria Decision Support Model, Occupational Safety, PPE, Construction Industry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Trabalho.....	22
Figura 2 - Fluxograma com as etapas da metodologia proposta.....	45
Figura 3 - Tela inicial do modelo computacional do SAPEVO-M-NC.....	46
Figura 4 - Tela de estruturação da aplicação do modelo.....	46
Figura 5 - Tela da estrutura gerada.....	47
Figura 6 - Aba do decisor 1.....	48
Figura 7 - Resultados obtidos.....	49
Figura 8 - Matriz de Desempenho das Alternativas.....	50
Figura 9 - Análise das Alternativas.....	50
Figura 10 – Tabela com o resumo da avaliação.....	51
Figura 11 - Características da pesquisa.....	52
Figura 12 - Etapas da pesquisa.....	54
Figura 13 - Aplicação da ferramenta <i>Framework</i>	55
Figura 14 - Tela inicial da plataforma computacional.....	59
Figura 15 - Planilha de decisores.....	60
Figura 16 - Matriz de desempenho Final.....	62
Figura 17 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas.....	63
Figura 18 - Tela inicial da plataforma computacional - Capacete.....	69
Figura 19 – Planilha gerada para preenchimento pelos decisores.....	70
Figura 20 – Matriz de desempenho final do capacete.....	72
Figura 21 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas do capacete.....	73
Figura 22 – Matriz de desempenho final da bota de segurança.....	79
Figura 23 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas da bota de segurança.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pesos dos critérios.....	61
Gráfico 2 - Ilustração gráfica da performance das alternativas.....	62
Gráfico 3 - Gráfico de desempenho da Thecom.....	63
Gráfico 4 - Gráfico de desempenho da Incompel.....	64
Gráfico 5 - Gráfico de desempenho da Blister Lupa.....	64
Gráfico 6 - Gráfico de desempenho da Garjhon.....	65
Gráfico 7 - Gráfico de desempenho da Valca.....	65
Gráfico 8 - Gráfico de desempenho da Zanel.....	66
Gráfico 9 - Gráfico de desempenho da Medix.....	67
Gráfico 10 - Gráfico de desempenho da Luveq.....	67
Gráfico 11 – Peso dos critérios para o capacete.....	71
Gráfico 12 - Ilustração gráfica da performance das alternativas para o capacete.....	72
Gráfico 13 - Gráfico de desempenho do MAS V-GAR.....	73
Gráfico 14 - Gráfico de desempenho do 3M.....	74
Gráfico 15 - Gráfico de desempenho do Genesis Libus.....	75
Gráfico 16 - Gráfico de desempenho do Diamond C Delta Plus.....	75
Gráfico 17 - Gráfico de desempenho do Plastcor PLT.....	76
Gráfico 18 - Gráfico de desempenho do Steelflex Turtle.....	76
Gráfico 19 - Gráfico de desempenho do BERYL.....	77
Gráfico 20 - Gráfico de desempenho do Camper Avant.....	77
Gráfico 21 – Peso dos critérios para a bota de segurança.....	78
Gráfico 22 - Ilustração gráfica da performance das alternativas para a bota de segurança.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

EPI – Equipamento de Proteção Individual

MCDA – Métodos de Apoio à Decisão Multicritério

NR -Norma Regulamentadora

PO – Pesquisa Operacional

SAPEVO-M-NC - *Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers*

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	42
Equação 2.....	42
Equação 3.....	42
Equação 4.....	42
Equação 5.....	43
Equação 6.....	43
Equação 7.....	43
Equação 8.....	44
Equação 9.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2.1 Construção do Problema.....	17
1.2.1.1 Caracterização da Empresa.....	17
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.2 SEGURANÇA DO TRABALHO.....	25
2.3 NORMA REGULAMENTADORA (NR 06).....	27
2.3.1 Equipamento de Proteção Individual (EPI).....	28
2.3.1.1 Luvas.....	29
2.3.1.1.1 <i>Luvas de vaqueta</i>	30
2.3.1.1.2 <i>Capacete</i>	31
2.3.1.1.3 <i>Bota de Segurança</i>	32
2.4 PESQUISA OPERACIONAL.....	34
2.5 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO (AMD).....	35
2.6 MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO.....	37
2.7 APLICAÇÕES MULTICRITÉRIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	38
2.8 APLICAÇÕES MULTICRITÉRIO NA SEGURANÇA DO TRABALHO.....	39
2.9 MÉTODO SAPEVO-M-NC.....	41
2.9.1 Plataforma Computacional.....	45
3 METODOLOGIA.....	52
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	52
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	53

4 RESULTADOS.....	56
4.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO A SER UTILIZADO.....	56
4.1.1 Definição dos critérios	56
4.1.2 Definição das Alternativas.....	57
4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	59
4.2.1 Aplicação do método através da plataforma computacional para a luva de vaqueta..	59
4.2.2 Aplicação do método através da plataforma computacional para o capacete.....	68
4.2.3 Aplicação do método através da plataforma computacional para a bota de segurança.....	78
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a norma regulamentadora 06, NR6 do Ministério do Trabalho, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são dispositivos destinados a proteger os trabalhadores contra riscos que possam ameaçar sua segurança e saúde. Na indústria da construção, deve ser estabelecida uma lista básica de EPIs a serem utilizados nas obras, implementando assim um sistema de proteção contra acidentes. Essa lista deve incluir equipamentos para proteção da cabeça, do tronco, dos membros superiores, dos membros inferiores, contra intempéries ou umidade, além de proteção especial (SILVA *et al.*, 2022).

Conforme Silva *et al.* (2022) o uso de equipamentos de proteção individual na construção civil é fundamental devido aos riscos elevados que os trabalhadores enfrentam em um canteiro de obras. A ausência de EPIs pode resultar em acidentes mais graves, que exigem cuidados médicos mais complexos podendo ocasionar até a morte. Promover a segurança do trabalho neste setor é essencial para garantir e assegurar a saúde e integridade física dos trabalhadores.

Diante deste cenário, e tendo conhecimento da variedade de produtos oferecidos no mercado atual, a tomada de decisão, das instituições e organizações, torna-se mais complexa. Em situações que envolvem decisões, a Pesquisa Operacional (PO) proporciona uma estruturação, compreensão e aperfeiçoamento eficazes, pois através dela vários métodos de apoio a tomada de decisão foram desenvolvidos.

As frequentes mudanças no cenário global e a crescente competição por mercados consumidores exigem decisões assertivas para problemas cada vez mais complexos, frequentemente dentro de prazos curtos. Isso eleva a importância das decisões (MOSHKOVICH *et al.*, 2002). Portanto, as empresas devem demonstrar constante evolução e capacidade de adaptação às novas condições (SANTOS *et al.*, 2018).

Segundo Gomes e Gomes (2019), os métodos de apoio multicritério à decisão (MCDA) são técnicas que auxiliam o tomador de decisões na abordagem de problemas complexos. Esses métodos ajudam a selecionar, avaliar ou ordenar alternativas com base em diversos pontos de vista e critérios previamente estabelecidos.

É essencial ser assertivo ao determinar quais equipamentos de proteção individual serão utilizados pelos colaboradores da empresa. Isso implica em uma análise cuidadosa das necessidades específicas de cada função, das condições de trabalho e dos riscos envolvidos. A escolha adequada dos EPIs deve considerar fatores como a natureza das tarefas realizadas, o ambiente de trabalho e os potenciais perigos associados. Além disso, é crucial garantir que os

EPIs escolhidos atendam às normas de segurança e regulamentações vigentes, assegurando a proteção efetiva dos trabalhadores e a conformidade legal da empresa.

Dada a importância crítica da escolha dos EPIs, a análise multicritério pode ser uma ferramenta extremamente útil para orientar essa decisão. A análise multicritério envolve a avaliação de múltiplos fatores relevantes, permitindo uma comparação abrangente entre diferentes opções de EPIs com base em critérios diversos. Esses critérios podem incluir a eficácia na proteção contra riscos específicos, o conforto e a adequação ao ambiente de trabalho, a durabilidade, o custo-benefício e a conformidade com as normas de segurança.

Ao utilizar essa abordagem, é possível ponderar as vantagens e desvantagens de cada tipo de EPI, levando em conta as necessidades específicas de cada função e o contexto operacional da empresa. Essa análise permite uma decisão mais informada e equilibrada, assegurando que os EPIs selecionados não apenas ofereçam a proteção adequada, mas também sejam eficientes em termos de custo e adequados ao ambiente de trabalho. Em última análise, a análise multicritério ajuda a minimizar riscos e garantir a segurança e o bem-estar dos colaboradores, ao mesmo tempo em que otimiza os recursos da empresa.

O presente trabalho tem como objetivo aplicar o método multicritério SAPEVO-M-NC para otimizar a escolha do EPI mais adequado, especificamente na categoria de luvas de vaqueta, para uso em uma empresa do setor da construção civil. O foco principal é identificar a luva que melhor atenda às necessidades da empresa, considerando a redução dos custos associados à aquisição frequente desse tipo de equipamento, e garantindo ao mesmo tempo a adequação e o conforto dos colaboradores durante a execução de suas atividades.

O método SAPEVO-M-NC será utilizado para avaliar e comparar diferentes modelos de luvas de vaqueta com base em vários critérios, como durabilidade, conforto e custo. A aplicação desse método permitirá uma análise detalhada de cada opção disponível, levando em conta tanto a eficácia no desempenho das funções para as quais as luvas são destinadas quanto a relação custo-benefício para a empresa.

Além disso, a utilização do método SAPEVO-M-NC visa assegurar que a escolha final não apenas minimize os custos operacionais associados à reposição frequente de EPIs, mas também maximize a durabilidade, o conforto e a adequação das luvas para os trabalhadores, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Selecionar os melhores EPIs, através da análise multicritério pelo método SAPEVO-M-NC, para serem utilizados em uma empresa do ramo da construção civil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Selecionar a luva de vaqueta, o capacete e a bota de segurança mais adequados para uso na construção civil, levando em consideração critérios como durabilidade, resistência a riscos e impactos, e conformidade com normas de segurança.
- Reduzir os custos associados à compra frequente de equipamentos de proteção individual, através da escolha de modelos com maior durabilidade e custo-benefício.
- Garantir o conforto e a adequação dos EPIs para os colaboradores, realizando testes de uso para assegurar que os equipamentos proporcionem boa ergonomia, ajuste adequado e facilidades de manuseio e utilização.

1.2 JUSTIFICATIVA

1.2.1 Construção do Problema

1.2.1.1 Caracterização da Empresa

A construção civil abrange uma ampla variedade de atividades que podem variar significativamente dependendo do contexto e do tipo de projeto em que estão inseridas. Essas atividades incluem desde a edificação de infraestruturas até a execução de serviços especializados, cada um com suas particularidades e exigências específicas.

Neste contexto, a pesquisa em questão concentra-se na utilização de luvas de vaqueta, capacetes e botas de segurança, que são equipamentos de proteção individual essenciais, pelos colaboradores de uma empresa atuante na construção civil. O foco inicial da pesquisa está voltado para os trabalhadores envolvidos em duas obras gerenciadas pela empresa: o sistema coletor de esgoto sanitário e o sistema adutor de água, ambos localizados nas cidades da região do Cariri paraibano.

A escolha dos EPIs se justifica pela necessidade de proteção dos trabalhadores contra os riscos associados a essas atividades, que incluem o manuseio de materiais pesados, exposição

a agentes químicos e o trabalho em condições adversas. A pesquisa busca analisar não apenas a eficácia desses tipos de equipamentos de proteção, mas também garantir a segurança dos colaboradores e sua adequação em termos de conforto e funcionalidade para o desempenho das tarefas diárias.

No sistema coletor de esgoto sanitário a luva de vaqueta, o capacete e a bota de segurança são utilizados nas atividades de instalação de tubulação da rede coletora e das ligações domiciliares, nas escavações manuais, no manuseio de pedras de paralelepípedo e na utilização de ferramentas como chibanca, enxada, martetele pneumático, pá, carro de mão e sapo compactador, que resumem todas as atividades principais da obra.

As atividades mencionadas anteriormente são realizadas diariamente pelos colaboradores, que utilizam os EPIs com frequência em suas tarefas. Dada a natureza intensa e contínua do trabalho na construção civil, é fundamental que esses EPIs atendam a requisitos específicos que garantam não apenas a segurança, mas também o conforto e a eficácia no desempenho das atividades.

A durabilidade é um aspecto importante a ser considerado sendo um dos critérios presente quando considerados os três EPIs em estudo, como também devido as condições de trabalho na construção civil que podem ser exigentes, com exposição a abrasões, cortes, perfurações, quedas, impactos e outros danos. Os equipamentos que não suportam esse tipo de desgaste podem resultar em frequentes substituições, aumentando os custos operacionais e comprometendo a proteção dos trabalhadores. Portanto, a escolha de materiais resistentes e de boa qualidade é vital para garantir que os EPIs mantenham sua integridade ao longo do tempo.

No sistema adutor a luva de vaqueta, o capacete e a bota de segurança são utilizados nas atividades de instalação de tubulação da rede de água, na confecção de armações em aço, na instalação das peças hidromecânicas que são geralmente compostas pelo material ferro fundido, nas escavações manuais, no manuseio de alguns materiais como madeira e telha, e na utilização de ferramentas como sapo compactador, martetele pneumático, carro de mão, chibanca, pá e perfuratriz. As atividades relacionadas ocorrem todos os dias, tornando frequente a utilização dos EPIs, sendo fundamental que eles atendam aos requisitos citados anteriormente para melhor desempenho das atividades.

Com a percepção da frequência de utilização e requisição de compra desses itens, que estavam gerando um custo elevado foi realizado um brainstorming com a equipe do escritório da unidade de Sumé, responsáveis pelas tomadas de decisão que se refere a gestora do planejamento, a engenheira de segurança do trabalho, os gestores de produção das frentes de

serviço, a assistente do administrativo (representante desse setor na unidade) e a assistente de planejamento.

A utilização dos EPIs é essencial para garantir a saúde e a proteção dos trabalhadores, evitando também a exposição deles às doenças ocupacionais que possam comprometer a capacidade de exercer sua profissão tornando-se assim fundamentais. Na construção civil o uso de EPIs se torna indispensável, uma vez que é um dos ramos no qual os trabalhadores ficam muito expostos aos riscos principalmente físicos, e sabendo que é uma das áreas com maior índice de ocorrência de acidentes de trabalho.

De acordo com a pesquisa publicada pelo blog On Safety (2020), considerando as sete principais atividades industriais relacionadas ao setor da construção civil, observa-se que as mãos e os dedos estão entre as cinco partes do corpo mais frequentemente expostas a riscos. Dados estatísticos revelam que os dedos são atingidos em 22% dos casos de acidentes relacionados a essas atividades, enquanto as mãos são afetadas em 7% dos incidentes. Esse panorama destaca a vulnerabilidade dessas áreas do corpo em ambientes de trabalho típicos da construção civil, evidenciando a necessidade de adotar medidas de proteção eficazes, como o uso apropriado de EPIs, para mitigar esses riscos e proteger os colaboradores de lesões.

Ao analisar as atividades realizadas por uma empresa do setor de construção civil, foi constatado que as luvas de vaqueta, o capacete e a bota de segurança são os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) mais amplamente utilizados nas obras sob a gestão dessa empresa. Em particular, foi observado que esses equipamentos desempenham um papel crucial na proteção dos trabalhadores.

Durante uma sessão de *brainstorming* realizada com a equipe da empresa situada na unidade de Sumé, PB, foi conduzida uma avaliação minuciosa das necessidades específicas relacionadas ao uso dos EPIs supracitados. A discussão teve como foco principal a identificação da luva mais adequada, assim como do capacete e da bota de segurança que melhor atenderiam as exigências da empresa, visando maximizar tanto o desempenho quanto a proteção dos colaboradores.

Os participantes analisaram diversos fatores, incluindo os tipos de tarefas realizadas e os riscos envolvidos em cada atividade, de forma a garantir que os equipamentos escolhidos atendessem a todas as exigências de segurança. Além disso, a equipe buscou soluções que permitissem a otimização dos custos associados à aquisição desses equipamentos de proteção, considerando não apenas o preço inicial, mas também a durabilidade e a eficiência ao longo do tempo.

A equipe analisou diversos aspectos, incluindo a durabilidade das luvas, o nível de proteção oferecido contra os riscos típicos das atividades de construção do capacete, e o conforto proporcionado aos trabalhadores durante o uso prolongado da bota de segurança. O objetivo da análise foi identificar a luva, o capacete e a bota de segurança ideais que não apenas assegurem a segurança e o bem-estar dos funcionários, mas que também promovam uma gestão financeira mais eficiente para a empresa. A escolha adequada desses equipamentos visa minimizar a necessidade de reposição frequente de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), o que pode representar um considerável impacto nos custos operacionais.

Ao priorizar equipamentos de alta durabilidade e resistência, a empresa poderá reduzir a frequência de compras, otimizando, assim, o uso dos recursos financeiros disponíveis. Isso não apenas contribui para a sustentabilidade orçamentária, mas também assegura que os funcionários tenham sempre acesso a EPIs de qualidade, o que é fundamental para a proteção e conforto no ambiente de trabalho. A combinação de segurança e eficiência financeira se traduz em um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo, além de possibilitar um melhor planejamento dos investimentos em equipamentos de proteção.

Ao final da sessão, foi criado um panorama detalhado que ajudará na tomada de decisões, assegurando que as luvas selecionadas proporcionem a máxima proteção e conforto aos colaboradores, enquanto contribuem para uma gestão financeira mais eficaz e sustentável para a empresa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em cinco etapas, que estão descritas na Figura 1 abaixo. A primeira etapa do trabalho é dedicada à introdução, na qual se estabelece o contexto da tomada de decisão. Nessa seção, são discutidos aspectos relevantes relacionados à segurança do trabalho, especialmente no setor da construção civil. Além disso, são apresentados os objetivos gerais e específicos do estudo, que delineiam as metas a serem alcançadas ao longo da pesquisa. A justificativa é igualmente abordada, esclarecendo a relevância do tema e sua contribuição para o campo. Por fim, é apresentada a estrutura do trabalho, que organiza as seções subsequentes e orienta o leitor sobre a abordagem adotada ao longo do estudo.

Na segunda etapa, é apresentado o referencial teórico, que fundamenta a pesquisa e oferece uma base sólida para a análise dos temas abordados. Nesta seção, são explorados os conceitos e teorias centrais relacionados à segurança do trabalho, à construção civil, e aos

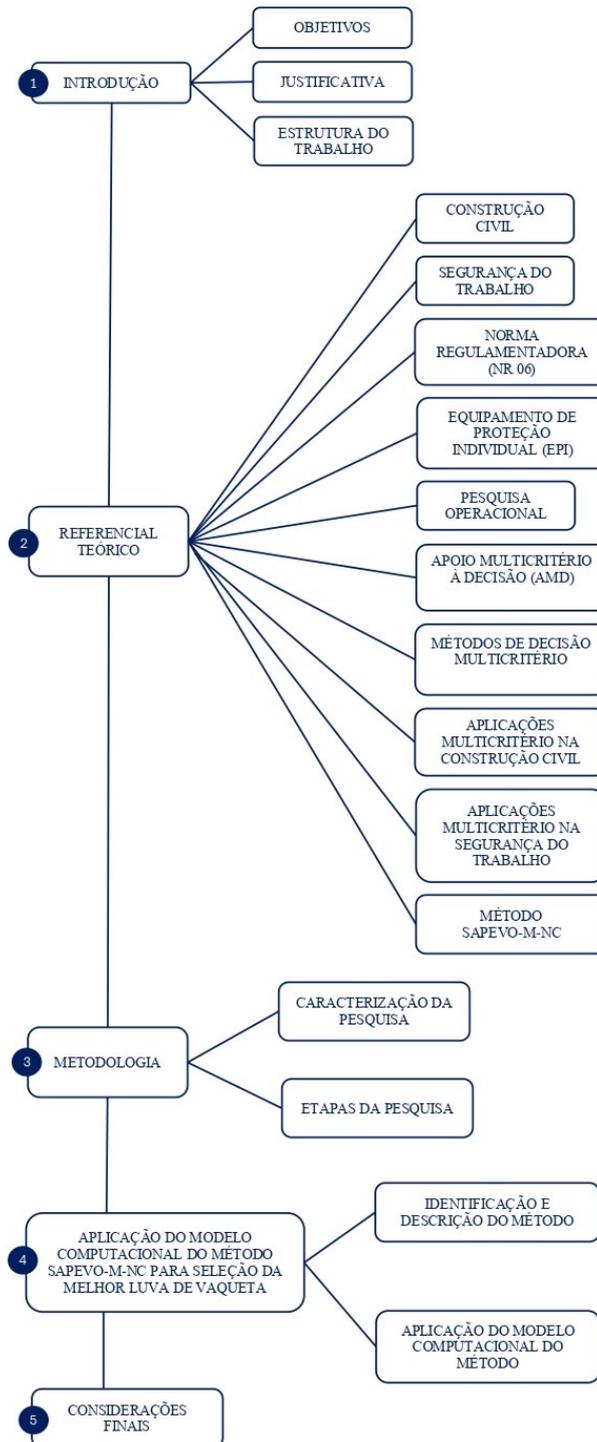
métodos de apoio multicritério, enfatizando a relevância de cada um desses aspectos para a compreensão do contexto da pesquisa.

A terceira etapa do trabalho é dedicada à metodologia, que é fundamental para a compreensão dos procedimentos adotados ao longo da pesquisa. Esta seção se divide em duas partes principais: a caracterização da pesquisa e as etapas da pesquisa. Na caracterização, são descritas a natureza da pesquisa, as características que a definem, a abordagem escolhida, as finalidades do estudo. Na subseção das etapas da pesquisa, é explicado detalhadamente como o estudo foi estruturado, incluindo o delineamento dos passos seguidos, desde a formulação das hipóteses até a execução dos instrumentos de pesquisa e a análise dos resultados.

A quarta etapa do trabalho abrange os resultados e as discussões, onde se faz uma análise aprofundada do problema central da pesquisa. Nesta seção, o problema é apresentado de forma clara, contextualizando sua relevância e impacto no campo da segurança do trabalho na construção civil. Em seguida, são discutidas as alternativas e critérios utilizados para abordar a questão. O detalhamento das fases de aplicação do método, realizadas por meio da plataforma computacional, é exposto minuciosamente, descrevendo cada etapa do processo. Por fim, os resultados obtidos são apresentados de maneira clara e objetiva, acompanhados de Gráficos que facilitam a compreensão.

A quinta etapa do trabalho apresenta as considerações finais, onde são sintetizadas as principais conclusões da pesquisa. Nesta seção, é ressaltada a relevância do estudo, destacando como os métodos multicritério pode ser aplicados de maneira eficaz em problemas do cotidiano, especialmente na área de segurança do trabalho na construção civil. São discutidas as implicações práticas dos resultados obtidos, enfatizando como esses métodos podem auxiliar na tomada de decisões mais informadas e eficientes. Por fim, a seção busca inspirar reflexões sobre a importância da integração de abordagens analíticas em contextos práticos, promovendo uma cultura de segurança e eficiência nas operações diárias.

Figura 1 - Estrutura do trabalho



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Cortês *et al* (2019), a construção civil é um dos setores mais antigos da história, com raízes que remontam a tempos imemoriais. Desde suas origens, esse campo sempre teve um papel fundamental em atender às necessidades básicas e imediatas das pessoas, permitindo a criação de abrigos e estruturas essenciais para a vida em comunidade, mesmo antes da adoção de técnicas e tecnologias avançadas.

A construção civil desempenha um papel crucial na redução do déficit habitacional no país. Ao construir moradias, infraestrutura e espaços públicos, o setor ajuda a atender a demanda por habitação digna, promovendo a inclusão social e melhorando a qualidade de vida das comunidades. Essa contribuição é essencial para o progresso social, já que a habitação adequada está diretamente ligada ao bem-estar, à saúde e à segurança das pessoas (Côrtes *et al.*, 2019).

A modernização impactou de maneira profunda todos os setores industriais, e a construção civil não foi uma exceção a essa tendência. Nas últimas décadas, houve transformações significativas nas práticas e processos do setor, particularmente no que se refere à gestão da produção. Em resposta a essa nova realidade, as empresas do setor passaram a adotar uma abordagem mais proativa em relação ao bem-estar de seus colaboradores. Muitas organizações começaram a investir de forma significativa em programas de treinamento e capacitação. Esses investimentos não apenas aprimoram as habilidades técnicas dos trabalhadores, mas também promovem um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo (Cordeiro; Machado, 2002 *apud* Silveira *et al.*, 2005).

A construção civil é um segmento frequentemente caracterizado pela precariedade na qualificação da mão de obra, refletindo a falta de formação e especialização adequada dos trabalhadores. Essa realidade se deve, em parte, à natureza temporária das obras, que muitas vezes não exigem um treinamento formal aprofundado. Assim, muitos operários ingressam no setor sem as competências técnicas necessárias, o que pode comprometer a qualidade e a segurança das atividades realizadas (Silva, 2015).

Esse cenário não apenas afeta a qualidade do trabalho realizado, mas também gera um ambiente de incerteza e instabilidade para os profissionais do setor, que frequentemente enfrentam períodos de desemprego entre as obras. Dessa forma, a precarização da qualificação da mão de obra e a descontinuidade do processo industrial constituem desafios significativos para a construção civil, exigindo a implementação de políticas eficazes de formação e gestão

de recursos humanos para melhorar as condições de trabalho e a produtividade no setor (Silva, 2015).

Os desafios enfrentados pelo setor são variados e complexos. A falta de formação adequada pode levar os operários a não reconhecerem ou subestimarem os riscos associados às suas atividades, como manuseio de ferramentas perigosas, trabalho em alturas e exposição a substâncias químicas. Essa situação aumenta a probabilidade de ocorrências como quedas, cortes e lesões graves, portanto é essencial que sejam implementadas políticas e práticas eficazes de segurança no trabalho, bem como programas de capacitação contínua, para mitigar esses riscos e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável (Peinado, 2019; Silva, 2015).

Segundo Cleyton (2015), a construção civil se caracteriza como um dos setores com os mais altos índices de acidentes de trabalho no Brasil. Este segmento é caracterizado por uma série de fatores de risco, que incluem a manipulação de máquinas pesadas, a realização de atividades em alturas elevadas, e a exposição a materiais perigosos e ambientes potencialmente inseguros.

Estudos mostram que a natureza dinâmica e imprevisível dos canteiros de obras contribui significativamente para a ocorrência de acidentes, que podem variar desde quedas e cortes até acidentes mais graves, como atropelamentos e eletrocussões. Além disso, a falta de treinamento adequado e a carência de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) apropriados são questões recorrentes que agravam o problema, resultando em um ambiente de trabalho onde a segurança nem sempre é uma prioridade (Cleiton, 2015).

Esses altos índices de acidentes não apenas comprometem a integridade física dos trabalhadores, mas também têm repercussões econômicas significativas para as empresas e para o setor como um todo, incluindo aumento nos custos com seguros, indenizações e perda de produtividade. Portanto, a construção civil demanda uma atenção especial em termos de implementação de práticas de segurança e saúde no trabalho, a fim de reduzir esses índices alarmantes e garantir um ambiente de trabalho mais seguro para todos os profissionais envolvidos (Cleiton, 2015).

Uma indústria que apresenta grande número de acidentes e que compreende várias particularidades que a diferem das diversas áreas industriais é a da construção civil, sendo de essencial importância que sejam desenvolvidos estudos e pesquisas dirigidas ao que se refere à segurança e à saúde do trabalhador (Peinado, 2019). Dos setores com os maiores índices registrados de acidentes em todo o país, no ranking de ocupações que provocam acidentes que

ocasiona incapacidade do trabalhador, a construção civil se encontrar em primeiro (Associação Nacional de Medicina do Trabalho, 2019).

2.2 SEGURANÇA DO TRABALHO

Os acidentes e lesões relacionados ao trabalho têm sido uma preocupação constante ao longo da história. No entanto, foi durante a Revolução Industrial que se observou um aumento alarmante no número de incidentes. Esse crescimento pode ser atribuído a vários fatores, como a rápida evolução tecnológica, que trouxe máquinas complexas e perigosas para o ambiente de trabalho; a exploração intensa da mão de obra, que frequentemente envolvia longas jornadas e condições de trabalho precárias; e a falta de experiência dos trabalhadores, muitos dos quais eram novos nas funções que desempenhavam e não tinham recebido o treinamento adequado. Essa combinação de fatores resultou em um cenário de trabalho muito mais arriscado e, conseqüentemente, em um aumento significativo nos acidentes e lesões ocupacionais (Lieber & Romano-Lieber, 2005).

De acordo com Marinho (2022), no Brasil e globalmente, milhares de trabalhadores perdem a vida ou sofrem incapacitações a cada ano em decorrência de acidentes de trabalho. Esse trágico cenário é frequentemente causado por uma combinação de fatores, como a instabilidade nas condições físicas do ambiente laboral, falhas na estrutura organizacional das empresas, comportamentos inadequados por parte dos empregadores e a presença de orientações conflitantes que dificultam a implementação de práticas seguras.

Dados do Observatório de Saúde e Segurança do Trabalho (SmartLab), da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e do Ministério Público do Trabalho (MPT) revelam que, em 2021, o Brasil registrou 2,5 mil óbitos relacionados ao trabalho, além de 571,8 mil Comunicações de Acidente de Trabalho (CATs). Esses números alarmantes representam um aumento de 30% em comparação ao ano anterior, destacando a urgência de medidas eficazes para melhorar a segurança no ambiente laboral e reduzir a incidência de acidentes (Marinho, 2022).

Segundo Moitinho e Mlak (2023), a segurança do trabalho é um campo multidisciplinar dedicado à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, com o objetivo de garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores. Essa área de conhecimento abrange uma ampla gama de práticas e abordagens, que incluem a identificação e avaliação de riscos, a implementação de medidas de proteção, e a promoção de uma cultura de segurança dentro das organizações.

Além da prevenção de acidentes, a segurança do trabalho também se concentra na melhoria das condições de trabalho. Isso envolve a análise de fatores como ergonomia, ambiente físico e aspectos psicossociais que podem impactar a saúde e o bem-estar dos colaboradores. Ao criar um ambiente mais seguro e saudável, as empresas não apenas protegem seus trabalhadores, mas também potencializam a satisfação e o engajamento da equipe. Portanto, a segurança do trabalho é uma área essencial que não apenas visa a proteção dos indivíduos, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável das empresas, ao alavancar a produtividade e criar um ambiente de trabalho mais positivo e eficiente. (Moitinho e Mlak, 2023).

A definição da segurança do trabalho é dada por normas e leis previstas na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e regulamentadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através de Normas Regulamentadoras (NRs). Essas normas são disponibilizadas no site da Escola Nacional da Inspeção do Trabalho – ENIT2 de forma gratuita, sendo composto por trinta e sete documentos (Brasil, 2020a).

Dada a extinção do Ministério do Trabalho no dia 1º de janeiro de 2019, as normas regulamentadoras e demais assuntos referentes à fiscalização do trabalho, assim como outras partes das atribuições desse Ministério, passaram a integrar o Ministério da Economia conforme seção VII, Art. 31 da Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019 (Brasil, 2019a). Dentre as NRs, aquela que se destina exclusivamente à indústria da construção civil é a NR 18 (Brasil, 2020b). Portanto, é essencial conhecer todas as particularidades estabelecidas por esta norma. Além disso, há outras normas igualmente importantes, que são indispensáveis na área da construção, como a NR 4, 5, 6, 7 e 9.

De acordo com a Associação Nacional de Medicina do Trabalho (2023), a construção civil é um dos principais setores do país em acidentes de trabalho que mais causam incapacidade permanente, e o segundo em óbitos. As ocorrências mais frequentes nessa categoria trabalhista incluem quedas de altura, cortes e lacerações decorrentes do manuseio de objetos e equipamentos afiados, bem como lesões por esforços repetitivos, especialmente entre os trabalhadores que realizam perfurações em pedra, além de choques e ferimentos cortantes. Nesse contexto, Lacombe (2011) afirma que as condições de trabalho inseguras são responsáveis pelos acidentes de trabalho. Em uma de suas obras, o autor explora diversas situações que podem desencadear tais acidentes:

[...] trabalho perigoso sem equipamentos de proteção; equipamento de proteção defeituoso; iluminação insuficiente. [...] concluir rapidamente o trabalho; o

esgotamento físico ou fadiga, causado pelas condições pessoais ou do ambiente de trabalho, provocado não só por motivos físicos, mas também psicológicos, inclusive de relacionamento; os problemas físicos causados por movimentos repetitivos, posições inadequadas de trabalho e outros (Lacombe, 2011, p. 308).

Para prevenir acidentes, Marras (2011) recomenda que se promova a conscientização dos trabalhadores sobre a importância de proteger não apenas a própria vida, mas também a dos colegas, por meio de práticas seguras e de uma reflexão contínua. É essencial ressaltar que a ausência de segurança no trabalho não compromete apenas a vida dos funcionários, mas também pode acarretar prejuízos consideráveis para as organizações.

2.3 NORMA REGULAMENTADORA 06

As Normas Regulamentadoras abordam uma ampla gama de temas ligados à saúde e segurança do trabalho, incluindo a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, bem como a garantia de condições adequadas de trabalho. Cada norma foca em um aspecto específico da saúde e segurança no ambiente laboral, estabelecendo requisitos e diretrizes que as empresas devem cumprir para proteger seus trabalhadores. Atualmente, existem 38 NRs, que podem ser atualizadas para atender às novas demandas do mercado de trabalho, além da possibilidade de criação de novas normas para cobrir necessidades emergentes (Pereira; Diniz, 2024).

A NR 6, estabelecida em 2023, foi criada com o objetivo principal de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em uma ampla variedade de ambientes laborais. Essa norma é uma das principais regulamentações que orientam o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sendo fundamental para a proteção dos colaboradores contra riscos e perigos específicos que podem estar presentes nas suas atividades diárias.

A NR 6 delinea diretrizes claras sobre quais tipos de EPIs devem ser utilizados em diferentes contextos de trabalho, levando em consideração os variados riscos ocupacionais, como exposição a substâncias químicas, ruído excessivo, quedas, cortes e outros perigos. Além disso, a norma também estabelece requisitos para a adequada seleção, uso e manutenção desses equipamentos, assegurando que os trabalhadores estejam não apenas equipados, mas também treinados para utilizá-los corretamente. Dessa forma, a NR 6 desempenha um papel crucial na promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, contribuindo para a redução de acidentes e doenças ocupacionais.

De acordo com a nova NR 6, uma análise de eficácia do EPI deve ser conduzida antes da sua seleção e deve levar em consideração as características específicas do ambiente de trabalho e as atividades desempenhadas pelos trabalhadores. Essa abordagem assegura que os EPIs escolhidos não apenas atendam às normas de segurança, mas também sejam realmente eficazes na mitigação dos riscos a que os trabalhadores estão expostos, garantindo assim uma proteção mais eficiente e apropriada para cada situação.

2.3.1 Equipamento de Proteção Individual (EPI)

De acordo com informações do Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho (2020), entre 2012 e 2020, foram registradas mais de 119 mil notificações de acidentes de trabalho no setor da construção civil, tornando-o um dos cinco ramos com mais comunicações de acidentes. Entre as ocupações mais afetadas, destaca-se o servente de obras, que contabilizou mais de 115 mil notificações, ocupando o quarto lugar no país. Grande parte desses acidentes é resultado da falta ou do uso inadequado de equipamentos de proteção.

No contexto da Segurança e Saúde no Trabalho, a prioridade é a prevenção de situações potencialmente perigosas, buscando eliminar esses riscos desde sua origem. Isso envolve a identificação e a mitigação de perigos no ambiente laboral, implementando medidas que promovam um local de trabalho seguro. No entanto, em algumas circunstâncias, pode existir um risco residual que não pode ser totalmente eliminado. Nesses casos, é crucial adotar estratégias de gerenciamento de riscos que incluam a proteção do trabalhador, utilizando EPIs e outras medidas de segurança para minimizar as consequências de possíveis acidentes ou incidentes relacionados a esses riscos. Assim, a abordagem da SST se torna uma combinação de prevenção e proteção, garantindo a integridade dos colaboradores mesmo diante de incertezas (Mattos e Másculo, 2011).

De acordo com Maurício (2021), o uso de EPIs é amplamente reconhecido como uma das maneiras mais eficazes de proteger os trabalhadores, tanto em contextos formais quanto informais, contra os riscos de acidentes e doenças ocupacionais. É importante destacar que, embora os EPIs sejam essenciais, sua utilização tem um caráter paliativo, pois não resolve as causas fundamentais que levam aos acidentes. Assim, os riscos continuam a existir, independentemente do uso desses equipamentos.

Entretanto, a adoção de EPIs é crucial para diminuir a gravidade das consequências em caso de acidentes. Equipamentos como capacetes, luvas, óculos de proteção e outros dispositivos atuam para mitigar lesões e proteger a saúde dos trabalhadores, oferecendo uma

camada adicional de segurança. Portanto, mesmo que os riscos não sejam totalmente eliminados, o uso adequado e constante de EPIs é vital para garantir a proteção dos colaboradores, assegurando que, em situações de incidente, os impactos negativos sejam minimizados (MAURICIO, 2021).

De acordo com a Norma Regulamentadora 6 (NR 6) de 2023, as luvas são um dos EPIs recomendados para a proteção dos membros superiores. Elas desempenham um papel crucial na proteção das mãos contra uma variedade de agentes e riscos. A norma especifica diferentes tipos de luvas, cada uma projetada para oferecer proteção contra condições e perigos específicos.

2.3.1.1 Luvas

Em particular, as lesões nos dedos e nas mãos estão frequentemente relacionadas ao uso inadequado ou insuficiente de luvas. Essas lesões geralmente ocorrem durante o manuseio e transporte de objetos e materiais de construção, destacando a importância do uso de luvas para garantir a segurança dos trabalhadores (SILVA e ASSIS JÚNIOR, 2020).

As luvas são essenciais para a proteção das mãos em situações de risco, como cortes, arranhões, queimaduras, perfurações e exposição a agentes químicos. Ao selecionar a luva apropriada, é crucial garantir que ela ofereça proteção adequada contra os riscos específicos presentes no ambiente de trabalho. As luvas podem ser confeccionadas em diversos materiais, incluindo poliéster, couro, nylon e nitrilo, entre outros, e frequentemente são reforçadas com componentes adicionais para aprimorar a proteção (SANTOS, 2018).

De acordo com a NR6 (2023), diferentes tipos de luvas são projetados para atender a necessidades específicas e proporcionar uma proteção eficaz em diversas condições de trabalho, alguns exemplos de tipos de luvas são:

- **Luvas contra agentes abrasivos e escoriantes:** Para proteger as mãos de superfícies ásperas e materiais que podem causar desgaste ou abrasão.
- **Luvas contra agentes cortantes e perfurantes:** Para prevenir lesões causadas por objetos afiados ou pontiagudos.
- **Luvas contra choques elétricos:** Para proteção contra riscos elétricos e descarga de corrente elétrica.
- **Luvas contra agentes térmicos:** Para proteger as mãos de temperaturas extremas, tanto calor quanto frio.

- **Luvas contra agentes biológicos:** Para proteção contra microrganismos e substâncias biológicas potencialmente perigosas.
- **Luvas contra agentes químicos:** Para evitar o contato com produtos químicos que possam causar danos à pele ou saúde.
- **Luvas contra vibrações:** Para reduzir a exposição a vibrações que podem causar desconforto ou lesões a longo prazo.
- **Luvas contra umidade:** Para proteção durante operações que envolvam água ou ambientes úmidos.
- **Luvas contra radiação ionizante:** Para proteção contra a exposição a radiações ionizantes.

Segundo a NR 6, as luvas estão entre os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) recomendados para a proteção dos membros superiores dos trabalhadores. Essas luvas são fundamentais na defesa das mãos contra uma ampla gama de agentes e riscos que podem ser encontrados em diferentes ambientes de trabalho. As luvas podem ser classificadas em diversos tipos, cada uma concebida para atender a necessidades específicas de proteção. Por exemplo, há luvas resistentes a produtos químicos, projetadas para impedir a permeação de substâncias tóxicas; luvas de segurança, que oferecem proteção contra cortes e abrasões; e luvas térmicas, que protegem contra altas temperaturas. Além disso, a norma orienta sobre as características de cada tipo de luva, incluindo materiais, espessura e adequação ao risco específico presente no ambiente laboral.

2.3.1.1.1 Luvas de vaqueta

A luva de vaqueta é um tipo de EPI confeccionado a partir do couro originado do gado bovino. Esse material é valorizado por suas propriedades superiores de resistência e durabilidade, tornando as luvas de vaqueta uma escolha popular em diversas indústrias. Essas luvas são especialmente eficazes na proteção das mãos contra uma variedade de riscos, como cortes, abrasões e impactos, o que as torna adequadas para ambientes de trabalho que exigem manipulação de ferramentas ou materiais pesados. Além disso, o couro de vaqueta é conhecido por sua flexibilidade, o que permite que os trabalhadores mantenham uma boa destreza e controle ao realizar suas tarefas (EPIs ONLINE, 2023).

De acordo com o Fixa Ferramentas (2023), as luvas de vaqueta se destacam em quatro quesitos, são eles:

- **Resistência:** A principal vantagem da luva de vaqueta é sua notável resistência. Projetada para suportar o desgaste diário, ela é eficaz em condições de trabalho severas, protegendo contra abrasões, cortes e perfurações. Essa resistência é essencial para prevenir lesões e preservar a integridade da pele das mãos.
- **Durabilidade:** Graças à sua fabricação em couro de vaqueta de alta qualidade, essas luvas têm uma vida útil prolongada. Elas são capazes de resistir ao uso contínuo e à exposição a produtos químicos e óleos, o que assegura que você possa contar com elas por um longo período.
- **Conforto:** Apesar de sua robustez, as luvas de vaqueta são surpreendentemente confortáveis. O couro é macio e flexível, permitindo que as mãos se movam livremente durante as atividades laborais. Além disso, muitas dessas luvas possuem um forro interno que absorve o suor, ajudando a manter as mãos secas e confortáveis por mais tempo.
- **Versatilidade:** As luvas de vaqueta são amplamente utilizadas em diversas áreas, incluindo construção civil, indústria, agricultura e mecânica, entre outras. Sua versatilidade decorre da capacidade de oferecer proteção eficaz contra uma variedade de riscos, tornando-as uma escolha confiável para profissionais de diferentes setores.

As luvas de vaqueta estão disponíveis em uma variedade de estilos e características, incluindo punhos elásticos ou ajustáveis, reforços nas áreas de maior desgaste, e forros internos que proporcionam maior conforto. Além disso, algumas luvas podem passar por tratamentos especiais que as tornam resistentes à água ou ao calor (EPIs ONLINE, 2023).

2.3.1.1.2 Capacetes

De acordo com o Prometal EPIs (2021), o capacete de construção civil é um equipamento fundamental para garantir a segurança dos profissionais que trabalham em ambientes de obra. Sua principal função é proteger a cabeça contra impactos, quedas de objetos e outros riscos que, sem a devida proteção, poderiam resultar em acidentes graves ou até fatais. Com a escolha adequada do capacete, é possível garantir a máxima proteção para todos os trabalhadores da construção civil, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente. A utilização desse equipamento não só reduz a probabilidade de acidentes, mas também promove a conscientização sobre a importância da segurança no canteiro de obras.

A NBR 8221, de outubro de 2019, trata especificamente dos capacetes de segurança para uso ocupacional, estabelecendo as diferentes classes e tipos disponíveis no mercado. A norma define requisitos mínimos que os capacetes devem atender em relação às suas características físicas, como resistência a impactos, penetração e proteção contra riscos elétricos. Além disso, especifica os métodos de ensaio necessários para avaliar a eficácia desses capacetes em situações reais de uso (TARGET, 2019).

Os capacetes têm a função crucial de proteger a cabeça dos trabalhadores, reduzindo a força de um impacto e minimizando o risco de lesões graves. Com essa norma, busca-se garantir que os profissionais em ambientes de trabalho, como canteiros de obras, estejam adequadamente protegidos, promovendo assim a segurança e a saúde ocupacional (TARGET, 2019).

2.3.1.1.3 Bota de segurança

Segundo Herdade e Lima, a bota de segurança é essencial para proteger os pés em ambientes de trabalho repletos de riscos. Os trabalhadores enfrentam ameaças como impactos de objetos pesados, quedas em superfícies irregulares, perfurações por itens pontiagudos, exposição a produtos químicos nocivos e temperaturas extremas, tanto de calor quanto de frio. Para enfrentar esses desafios, as botas ocupacionais são projetadas com características específicas que garantem a segurança dos pés. Com biqueiras reforçadas, solas antiderrapantes, materiais resistentes a perfurações e, em alguns casos, propriedades impermeáveis ou de isolamento térmico, essas botas minimizam o risco de lesões e acidentes. A escolha de uma bota de segurança adequada é fundamental para reduzir significativamente os perigos no ambiente de trabalho, promovendo a saúde e o bem-estar dos profissionais.

As botas de segurança utilizadas na construção civil são projetadas com características específicas que as tornam ideais para enfrentar os desafios desse ambiente de trabalho. Produzidas com materiais altamente resistentes, como couro, borracha ou PVC, essas botas oferecem uma barreira eficaz contra uma variedade de riscos, incluindo impactos de objetos pesados, perfurações por materiais pontiagudos e a exposição a produtos químicos corrosivos. Esses materiais são escolhidos tanto pela sua durabilidade quanto pela capacidade de proteger os pés contra lesões comuns no setor (ATBARA, 2023).

De acordo com Atbara (2023), no mercado, há uma grande variedade de botas de segurança projetadas especificamente para atender às demandas dos trabalhadores da construção civil. Cada modelo apresenta características únicas que se adaptam a diferentes tipos

de atividades e aos diversos riscos presentes no ambiente de trabalho. A escolha do tipo adequado de bota é essencial para garantir a proteção, o conforto e a eficiência do trabalhador. Abaixo estão alguns dos principais tipos de botas de segurança, cada um desenvolvido para oferecer proteção específica:

- **Botas com biqueira de aço:** Ideais para ambientes onde há risco elevado de queda de objetos pesados, as botas com biqueira de aço são fabricadas com uma estrutura reforçada na parte frontal, oferecendo alta resistência a impactos e esmagamentos. Essa proteção é especialmente necessária em áreas onde há movimentação de materiais pesados ou operação de máquinas.
- **Botas com biqueira de composite:** Semelhantes às botas de biqueira de aço em termos de proteção contra impactos, as de composite são mais leves e oferecem maior conforto. Feitas de materiais não metálicos, como fibra de vidro ou carbono, essas botas são indicadas para ambientes em que o trabalhador precisa passar por detectores de metal ou onde o conforto térmico é uma prioridade, uma vez que o composite não conduz calor ou frio com a mesma intensidade que o aço.
- **Botas impermeáveis:** Desenvolvidas para proteger os pés em ambientes úmidos ou com grande exposição à água, lama ou outros líquidos. Essas botas são fabricadas com materiais como PVC ou borracha, que garantem impermeabilidade total. Além disso, elas podem ser usadas em locais onde há o risco de contato com substâncias químicas corrosivas, uma vez que muitos dos materiais utilizados também oferecem proteção química.
- **Botas com solado antiderrapante:** Esses modelos são equipados com solas especialmente desenhadas para proporcionar alta aderência em superfícies escorregadias, como pisos molhados, terrenos irregulares ou com detritos soltos. As ranhuras no solado melhoram o atrito, reduzindo significativamente o risco de quedas e escorregões, que são comuns em canteiros de obras.
- **Botas isolantes elétricas:** Essenciais para trabalhadores que atuam próximos a fontes de eletricidade, essas botas são construídas com materiais que evitam a condução de correntes elétricas, garantindo a segurança em áreas com risco de choque. São recomendadas para eletricitistas ou profissionais que operam em áreas onde há cabos elétricos expostos.
- **Botas térmicas:** Voltadas para ambientes de trabalho com temperaturas extremas, essas botas possuem isolamento térmico, mantendo os pés protegidos

tanto do calor intenso quanto do frio severo. Em obras ao ar livre, onde o trabalhador está exposto às intempéries, as botas térmicas são fundamentais para preservar o conforto e a segurança.

2.4 PESQUISA OPERACIONAL (PO)

A SOBRAPO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional define a PO como: “a área do conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados, para auxiliar as tomadas de decisão nas mais diversas áreas de atuação humana”. Embora sua origem esteja ligada a gestão eficiente de processos e recursos, principalmente na logística militar, a pesquisa operacional de expandiu para novas áreas do saber. Atualmente, ela contribui para a análise de uma ampla gama de problemas, possibilitando decisões mais eficazes e a criação de sistemas mais eficientes (Sobrapo, 2020).

Conforme descrito por Santos *et al.* (2015), a pesquisa operacional é uma ciência que integra diversas técnicas e modelos voltados para a otimização de sistemas produtivos. Ela serve como uma ferramenta crucial no suporte à tomada de decisões em cenários complexos, garantindo que estas sejam realizadas com maior racionalidade e objetividade, evitando abordagens apressadas ou pouco criteriosas.

Tenório *et al.* (2020), destaca que a pesquisa operacional (PO) é um campo vasto e multidisciplinar, que combina conceitos e técnicas de diversas áreas, como matemática, estatística, economia, engenharia e ciências sociais. O objetivo central da PO é utilizar modelos matemáticos e analíticos para abordar e resolver problemas reais e complexos enfrentados em diferentes contextos do dia a dia. Esses modelos permitem a formulação precisa de problemas, possibilitando a análise de cenários variados e a simulação de diferentes estratégias.

A natureza multidisciplinar da pesquisa operacional permite que ela seja adaptada a uma ampla gama de setores, incluindo saúde, transporte, manufatura e, como mencionado anteriormente, segurança do trabalho. Ao integrar conhecimentos de diferentes disciplinas, a PO oferece ferramentas robustas que ajudam organizações a identificar problemas, avaliar soluções potenciais e implementar decisões informadas. Portanto, a pesquisa operacional se estabelece como um recurso essencial para a solução de problemas complexos, proporcionando uma abordagem sistemática e quantitativa que pode levar a melhorias significativas em eficiência, produtividade e eficácia em diversas áreas da atividade humana (Tenório *et al.*, 2020)

De acordo com Hillier e Lieberman (2010), as organizações podem criar suas próprias metodologias matemáticas para entender e otimizar seus processos usando as ferramentas da

PO. Isso é feito com base nos resultados obtidos pelos modelos, facilitando a tomada de decisões. Para esse propósito, recomenda-se seguir as seguintes etapas: definição do problema, coleta de informações, desenvolvimento do modelo matemático e do sistema computacional, obtenção das soluções, teste dessas soluções, ajustes conforme necessários e, finalmente, aplicação no processo.

Considerando esse contexto, a Pesquisa Operacional se destaca como uma ferramenta poderosa para auxiliar na tomada de decisões. Ela utiliza modelos matemáticos e algoritmos computacionais para abordar uma ampla gama de problemas, independentemente de sua complexidade. Essa abordagem permite não apenas uma análise aprofundada das situações enfrentadas pela organização, mas também a otimização dos processos e a maximização da assertividade nas decisões tomadas. Assim, a PO contribui de maneira significativa para o aprimoramento das tarefas e objetivos da organização em questão (Winston, 2022).

A aplicação de técnicas de pesquisa operacional permite uma análise aprofundada das diversas variáveis envolvidas na segurança no trabalho, como a identificação e avaliação de riscos, a frequência de acidentes, e as características das atividades realizadas. Através de modelos matemáticos e simulações, é possível determinar quais intervenções e alocações de recursos terão o maior impacto na redução de acidentes e na melhoria das condições de trabalho. Por exemplo, ao utilizar modelos de otimização, uma empresa pode avaliar diferentes cenários de alocação de EPIs para identificar a combinação mais eficaz que maximiza a proteção dos trabalhadores, minimiza custos e atende às regulamentações de segurança (Pereira; Diniz, 2024).

2.5 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO (AMD)

De acordo com Pereira e Diniz (2024), a tomada de decisão é uma atividade contínua e desafiadora que permeia todas as organizações, desempenhando um papel vital na sua eficiência e sucesso. Este processo ocorre em todos os níveis hierárquicos, desde a alta administração, que define estratégias e metas, até as equipes operacionais, responsáveis pela execução das atividades diárias. Nesse contexto, a Análise Multicritério de Decisão (AMD) se destaca como uma área fundamental da Pesquisa Operacional (PO), enfocando problemas decisórios que envolvem múltiplos critérios que muitas vezes são conflitantes e complexos.

Ao contrário das decisões que se fundamentam em um único critério, a AMD considera uma variedade de dimensões de avaliação, que podem incluir aspectos financeiros, sociais, ambientais e técnicos. Isso permite a apresentação de diversas alternativas que são avaliadas

com base em critérios múltiplos, refletindo a complexidade das decisões do mundo real. Através dessa abordagem, a AMD não só facilita uma análise mais abrangente e informada, mas também ajuda os tomadores de decisão a ponderarem diferentes fatores e a escolher a melhor alternativa em situações que exigem equilíbrio entre interesses diversos e muitas vezes conflitantes. Essa metodologia, portanto, se torna uma ferramenta essencial para promover decisões mais estratégicas e eficazes nas organizações (Pereira; Diniz, 2024).

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) oferece uma abordagem sistemática e estruturada para enfrentar problemas complexos que envolvem múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes entre si. Segundo Belton e Stewart (2022, p. 15), a metodologia de apoio multicritério à decisão oferece uma base robusta para alcançar decisões mais informadas e equilibradas. Essa abordagem ajuda a estruturar e processar uma ampla gama de informações de forma sistemática, permitindo que os decisores organizem e avaliem dados variados com maior clareza e coerência.

Trata-se de uma metodologia formal e cientificamente embasada que visa fornecer uma decisão sólida, fundamentada em explicações matemáticas e em uma análise abrangente de múltiplos aspectos do problema. Por meio de um conjunto de métodos e técnicas, essa abordagem estabelece uma relação de preferências entre diversos fatores, considerando a multiplicidade de critérios, e auxilia tanto indivíduos quanto organizações na tomada de decisões (Silva *et al*, 2020).

De acordo com Hillier e Liberman (2020), os ambientes de tomada de decisão permitem a construção de modelos matemáticos baseados em funções objetivas, que elucidam as consequências de diferentes combinações de decisões. É importante notar que, em um processo decisório, é comum enfrentar incertezas. Nesse contexto, a análise de decisão busca oferecer uma estrutura e metodologia para alcançar uma decisão racional quando os resultados são incertos (Rangel; Gomes, 2010).

Por outro lado, Greco, Mousseau e Rossi (2023, p. 73) ressaltam que o AMD proporciona uma estrutura abrangente para a avaliação e comparação de diferentes alternativas. Essa abordagem facilita a integração dos interesses e valores de várias partes interessadas, permitindo uma consideração mais completa e equitativa dos diversos fatores envolvidos no processo decisório. Assim, a análise multicritério não apenas organiza e simplifica a complexidade das decisões, mas também promove uma maior transparência e inclusão dos pontos de vista de todos os envolvidos.

2.6 MÉTODOS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Como descrito por Maêda (2022), dada a complexidade envolvida na aquisição de novas práticas e métodos para a otimização de processos, decisões equivocadas podem ocorrer por parte dos avaliadores, e com isso comprometer o sistema. Nesse contexto, o uso de ferramentas de apoio multicritério à decisão se torna de grande importância, oferecendo um suporte técnico e científico valioso aos decisores e atendendo suas necessidades e expectativas de maneira mais eficiente.

Os problemas de decisão frequentemente apresentam objetivos conflitantes que precisam ser abordados simultaneamente e podem envolver mais de um avaliador, resultando em diferentes perspectivas na avaliação das alternativas. Assim, uma boa decisão deve considerar os critérios que refletem os objetivos estabelecidos pelo decisor. Para lidar com esse tipo de situação, os métodos de apoio à decisão multicritério (MCDM/A) são utilizados, visando tornar a solução mais viável dentro do contexto de múltiplos objetivos (Almeida *et al.* 2015).

Os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MCDA) podem ser categorizados de várias maneiras. Com base na compreensão que o decisor tem sobre a agregação dos critérios, uma das classificações mais utilizadas distingue entre métodos da Escola Americana e métodos da Escola Francesa/Europeia, que são também conhecidos como métodos compensatórios e não compensatórios, respectivamente (Mendonça, 2017; ROY, 1996).

Os métodos multicritério da Escola Americana são fundamentados na função de utilidade, com o objetivo de apoiar a decisão com base nas preferências do decisor, ou seja, no seu nível de satisfação em relação a uma alternativa (Mendonça, 2017). Esses métodos se caracterizam principalmente por serem compensatórios, ou seja, um desempenho excepcional em um critério pode compensar um desempenho insatisfatório em outro, uma vez que todos os critérios são analisados em conjunto na mesma função de utilidade (Campos, 2011; Lima Junior, 2013).

A escola francesa de pesquisa operacional se distingue pela criação de uma relação de sobreclassificação, um conceito que envolve a comparação par a par de alternativas. Esse processo de comparação é fundamental para a análise das preferências do decisor, permitindo que as opções disponíveis sejam avaliadas de forma sistemática e clara. O objetivo final desse processo é fornecer ao decisor um suporte sólido na tomada de decisões, ao organizar e sintetizar informações de maneira que as preferências fiquem claras e acessíveis. Dessa forma, a escola francesa não apenas aprimora a estruturação do problema, mas também fortalece a

capacidade do decisor de fazer escolhas informadas e coerentes, levando em consideração suas preferências e os objetivos a serem alcançados (Mendonça, 2017).

De acordo com Campos (2011), essa relação de dominância tem como objetivo principal identificar o Ótimo de Pareto, que representa a alternativa mais adequada em relação a todos os critérios considerados em uma decisão. O Ótimo de Pareto ocorre quando nenhuma melhoria em um critério pode ser alcançada sem que outro critério seja comprometido, ou seja, é uma situação em que os recursos estão sendo utilizados da forma mais eficiente possível.

Os métodos utilizados para determinar o Ótimo de Pareto são classificados como não compensatórios. Isso significa que um desempenho excepcional em um determinado critério não pode ser usado para justificar ou compensar um desempenho insatisfatório em outro critério. Assim, ao utilizar a relação de dominância para identificar o Ótimo de Pareto, os decisores podem garantir que suas escolhas sejam fundamentadas em uma avaliação holística e equilibrada de todas as alternativas, resultando em decisões mais robustas e sustentáveis (Campos, 2011).

2.7 APLICAÇÕES MULTICRITÉRIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil enfrenta desafios significativos, incluindo a gestão eficiente de recursos, a conformidade com normas técnicas e regulatórias, e a necessidade de sustentabilidade. A aplicação de métodos multicritério permite uma análise mais abrangente, considerando não apenas fatores financeiros, mas também sociais e ambientais (CAMPOS, 2011). Dessa forma, os decisores podem tomar decisões mais informadas e alinhadas com os objetivos estratégicos dos projetos.

A aplicação de métodos multicritério na construção civil tem sido documentada em diversos estudos de caso. Por exemplo, na seleção de materiais sustentáveis, os métodos podem avaliar critérios como custo, durabilidade e impacto ambiental, permitindo uma escolha que equilibre desempenho técnico e responsabilidade ambiental (Silva *et al.* 2020).

Outro exemplo significativo é a gestão de riscos em projetos de construção, onde a aplicação de métodos multicritério se torna essencial. Esses métodos permitem identificar, avaliar e priorizar os riscos associados a um projeto, levando em consideração tanto a probabilidade de ocorrência quanto o impacto potencial de cada risco. Além disso, a utilização de métodos multicritério para a gestão de riscos promove uma abordagem mais proativa, permitindo que os gestores antecipem problemas e adotem medidas corretivas antes que se tornem críticos. Assim, a integração desses métodos no planejamento de projetos de construção

é fundamental para garantir a execução bem-sucedida e a redução de imprevistos durante a obra (Lima Junior, 2013).

2.8 APLICAÇÕES MULTICRITÉRIO NA SEGURANÇA DO TRABALHO

A integração entre engenharia de segurança do trabalho e pesquisa operacional oferece diversas oportunidades de aprimoramento para a segurança, saúde e eficiência no ambiente de trabalho. A aplicação de técnicas de análise e otimização não apenas melhora os processos de tomada de decisão em segurança do trabalho, mas também contribui para a criação de ambientes mais seguros, saudáveis e sustentáveis (Pereira; Diniz, 2024).

A aplicação de métodos multicritério na segurança do trabalho oferece uma abordagem sistemática para a identificação, avaliação e mitigação de riscos. Essas metodologias não apenas melhoram a segurança dos trabalhadores, mas também contribuem para a eficiência operacional e a redução de custos relacionados a acidentes. À medida que as organizações buscam ambientes de trabalho mais seguros, a incorporação de métodos multicritério se torna uma ferramenta valiosa na gestão da segurança do trabalho (Garrido, *et al.* (2019).

A aplicação de técnicas de Pesquisa Operacional (PO) pode aumentar significativamente a eficiência dos programas de segurança do trabalho, levando a uma prevenção mais eficaz de acidentes e à promoção da saúde ocupacional. Essas técnicas possibilitam uma análise sistemática e quantitativa dos processos e práticas existentes, permitindo a identificação de áreas que necessitam de melhorias e otimização. Utilizando modelos matemáticos e estatísticos, as técnicas de PO ajudam na avaliação dos riscos associados a diversas atividades e ambientes de trabalho. Essa análise permite a priorização de medidas preventivas baseadas em dados concretos, assegurando uma alocação mais eficiente de recursos (Pereira; Diniz, 2024).

De acordo com Pereira e Diniz (2024), a pesquisa operacional pode ser aplicada à segurança do trabalho em diversas áreas citadas a seguir:

Avaliação e Gerenciamento de Riscos: um dos pontos de interseção mais significativos entre a segurança do trabalho e a Pesquisa Operacional (PO) é a avaliação e o gerenciamento de riscos. Nesse contexto, a pesquisa operacional proporciona uma ampla variedade de ferramentas analíticas que podem ser aplicadas para qualificar os riscos presentes em diferentes ambientes e atividades laborais. Essas ferramentas permitem uma análise detalhada dos riscos, considerando não apenas a probabilidade de ocorrência de acidentes, mas também as suas possíveis consequências. Por meio de métodos estatísticos e modelos matemáticos, é possível

classificar e quantificar os riscos, facilitando a identificação das áreas mais críticas que necessitam de atenção imediata.

Previsão de Acidentes e Análise Preditiva: a PO oferece métodos de análise preditiva que se mostram extremamente valiosos na prevenção de acidentes de trabalho. Essas técnicas permitem que as organizações analisem dados históricos e identifiquem padrões relacionados a incidentes anteriores, contribuindo para uma abordagem proativa em relação à segurança. Por meio da análise de dados históricos, é possível detectar tendências e comportamentos recorrentes que antecedem acidentes. Ao integrar essas análises preditivas no cotidiano, as organizações podem desenvolver programas de segurança mais eficazes, focando na mitigação de riscos antes que eles se concretizem. Isso não apenas reduz a ocorrência de acidentes, mas também promove um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, onde os trabalhadores se sentem protegidos e valorizados. Em suma, a utilização de métodos analíticos da PO na prevenção de acidentes é um passo fundamental para a transformação da segurança do trabalho em uma prática proativa e baseada em evidências.

Desenvolvimento e Avaliação de Programas de Treinamento: A eficácia dos programas de treinamento em segurança do trabalho pode ser substancialmente aprimorada através da aplicação de métodos da PO. Um exemplo importante é a análise de custo-benefício, que permite avaliar diferentes abordagens de treinamento, levando em conta tanto os resultados em termos de redução de acidentes quanto os custos associados à implementação desses programas. Ao realizar uma análise de custo-benefício, as organizações podem quantificar os investimentos necessários para cada método de treinamento, incluindo despesas com materiais, instrutores, tempo dos funcionários e infraestrutura. Em paralelo, é possível estimar os benefícios, como a diminuição de acidentes, redução de custos com indenizações e aumento da produtividade. Essa análise quantitativa fornece uma visão clara de qual método de treinamento oferece o melhor retorno sobre o investimento.

- **Seleção e Implementação de Medidas de Controle:** Com base na análise de riscos ocupacionais, a pesquisa operacional pode guiar a escolha e a implementação das medidas de controle mais adequadas para mitigar os riscos. Isso pode envolver a adoção de medidas de controle de engenharia, como a instalação de barreiras físicas que protejam os trabalhadores de potenciais perigos. Além disso, medidas administrativas, como a revisão e atualização de procedimentos operacionais e instruções de trabalho, são fundamentais para garantir que todos os colaboradores estejam cientes das práticas de segurança. A seleção criteriosa de máquinas e equipamentos

também desempenha um papel crucial, pois dispositivos adequados podem reduzir significativamente a exposição a riscos. Dessa forma, a pesquisa operacional contribui para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

- **Priorização de Recursos:** Na engenharia de segurança do trabalho, frequentemente existem limitações de recursos, que podem ser financeiros, humanos ou materiais. A pesquisa operacional se mostra uma ferramenta valiosa para otimizar a alocação desses recursos, assegurando que sejam utilizados de maneira eficaz para maximizar os benefícios relacionados à segurança. Esse processo pode incluir a identificação das áreas com maior risco, onde a probabilidade de incidentes é maior, além da priorização de atividades de prevenção que considerem tanto a probabilidade de ocorrência quanto a gravidade dos potenciais acidentes. Com essa abordagem, é possível direcionar esforços e investimentos para as iniciativas que trarão os maiores retornos em termos de segurança e saúde ocupacional.

2.9 MÉTODO SAPEVO-M-NC

Derivado do método ordinal SAPEVO-M (*Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers*) (GOMES *et al.* 2020), o método SAPEVO-M-NC (*Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers*) é um método ordinal e não-compensatório que aborda a problemática de ordenação (P_γ) e permite a avaliação por múltiplos decisores. Neste método, a avaliação do desempenho das alternativas é realizada diretamente, eliminando a necessidade de comparações paritárias para modelar preferências entre elas, o que resulta em uma redução significativa do esforço cognitivo dos decisores (Maêda *et al.*, 2021).

O método utiliza uma abordagem inovadora que inclui duas avaliações distintas:

1. **Avaliação Parcial:** Foca em identificar as relações de superação ou de sobreclassificação entre as alternativas, observando índices de dominância absoluta e taxas de sobreclassificação. Com base nesses índices, o decisor calcula a diferença entre o número de alternativas que cada uma domina (vitórias) e é dominada (derrotas), permitindo a ordenação das alternativas conforme os desempenhos observados.

2. **Avaliação Global:** Considera o desempenho geral das alternativas no conjunto avaliado e fornece informações adicionais para o processo analítico. Essa avaliação ajuda a diferenciar alternativas que apresentaram o mesmo desempenho na avaliação parcial, possibilitando, se desejado pelos decisores, uma ordenação completa. O método se divide em seis etapas:

- Etapa 1 – Estruturação da Matriz de Decisão (Equação 1);

$$X = [X_{ij}] = \begin{bmatrix} X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m2} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde, desempenho da alternativa i , no critério j , $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$; X_{ij} = desempenho da alternativa i , no critério j .

- Etapa 2 - Transformação ordinal das preferências de cada DM, em cada critério, as quais são agregadas ao fim desta etapa, dando origem a um vetor coluna (V_i), representando os pesos dos critérios, consistindo nos passos 1, 2 e 3 do método SAPEVO-M (Gomes *et al.*, 2020). Na Tabela 1 abaixo é apresentada a importância relativa entre os critérios.

Tabela 1 - Importância relativa entre critérios

Representação Verbal	Escala 1	Escala 2
Absolutamente menos importante que	$\lll 1$	-3
Muito menos importante que	$\ll 1$	-2
Menos importante que	< 1	-1
Tão importante quanto	1	0
Mais importante que	> 1	1
Muito mais importante que	$\gg 1$	2
Absolutamente mais importante que	$\ggg 1$	3

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Sejam dois critérios dentro de um conjunto de critérios C_i e C_j , $C = \{c_1, c_2, c_3 \dots c_i, c_j\}$

O grau de preferência entre eles é dado por $\delta(c_i, c_j)$, onde:

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i \approx c_j \quad (2)$$

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i > c_j \quad (3)$$

$$\delta(c_i, c_j) = 1 \leftrightarrow c_i < c_j \quad (4)$$

Seja D um grupo de decisores, que expressam as suas opiniões sobre a importância relativa dos critérios envolvidos. Essas preferências dão origem à

matriz de $D = \{DM_1, DM_2, \dots, DM_k, \dots, DM_n\}$ preferências MDM_k . A relação entre as duas escalas da tabela permite a transformação da Equação 5 em 6:

$$MDM_k = [\delta(c_i, c_j)] \quad (5)$$

$$V_i = \sum_{j=1}^m \delta(c_i, c_j) \quad (6)$$

Sendo $i = 1, \dots, m$ e $k = 1, \dots, n$.

Após a determinação do vetor V_i , seus elementos a_{ij} são normalizados de acordo com a Equação 7.

$$V = \frac{(a_{ij} - \min a_{ij})}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \quad (7)$$

Originando o vetor de preferências do DM_k . Os elementos de valores nulos obtidos nesta etapa, são substituídos por 1% do menor valor subsequente. Depois que todos os DM 's efetuarem suas avaliações, os vetores normalizados são somados, dando origem ao vetor de pesos que expressa a importância dos critérios (Gomes *et al.*, 2020).

- Etapa 3 - Classificação ordinal (Θ_{ij}) do desempenho das alternativas:

Nesta etapa, cada DM atribui as classificações relativas aos desempenhos das alternativas em cada critério (tabela 2), as quais, são associadas às suas faixas de classificação $g(ij)$. Após todos os “n” DM 's realizarem suas avaliações, é obtida a média aritmética $\mu(ij)$ das faixas de classificação dos desempenhos das alternativas em cada critério.

Tabela 2 - Classificação dos desempenhos das alternativas

Classificação ordinal (Θ_{ij}) do desempenho da alternativa i no critério j	Faixa de Classificação $g(ij)$
Excelente (E)	1
Muito Bom (MB)	2
Bom (B)	3
Médio (M)	4
Ruim (R)	5
Muito Ruim (MR)	6
Péssimo (P)	7

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

- Etapa 4 – Obtenção das frações dos pesos dos critérios ($\sigma_j(ab)$).

Para cada critério “j”, realiza-se a comparação paritária entre as alternativas a fim de se verificar a distância relativa ($\Delta_{\mu j}$) entre os valores médios das faixas de classificação.

$$\Delta_{j(ab)} = v_{ja} - v_{jb} \quad (8)$$

Como Maeda et al. [2021] argumentam que este valor permite a identificação do critério da fração ponderal j obtido pela alternativa a em relação à alternativa b na modelagem da preferência.

- Etapa 5 – Cálculo da dominância relativa

A dominância relativa (d_{ab}) é obtida pela soma ponderada dos pesos dos critérios (w_j), com a fração correspondente ($\sigma_j(a_b)$) determinada na modelagem de preferência (Equação 9).

$$d_{ab} = \sum w_j \sigma_j(a_b) \quad (9)$$

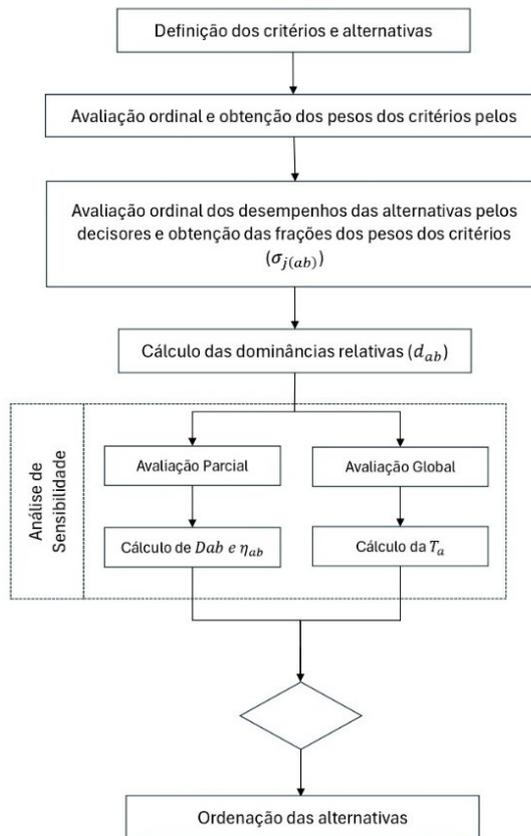
Esta informação permite ao DMs avaliar paritariamente o desempenho observado de uma alternativa em relação a outra, sendo que valores muito elevados indicam uma maior discrepância de desempenho entre elas.

- Etapa 6 – Condução das Avaliações

A dominância absoluta (d_{ab}) é obtida a partir da diferença entre as dominâncias relativas. Por outro lado, a taxa percentual de dominância absoluta entre as alternativas é obtida dividindo-se d_{ab} pelos pesos.

Finalmente, para ordenar as alternativas, utiliza-se uma abordagem semelhante à de Copeland, que verifica a diferença entre o número de vezes que uma alternativa domina e é dominada pelas outras. Quando duas ou mais alternativas apresentam o mesmo desempenho, a taxa de performance (Ta) pode ser usada para diferenciá-las, proporcionando maior transparência no processo. É importante notar que essa abordagem não é obrigatória; sendo possível reconhecer as alternativas tendo o mesmo desempenho parcial. A decisão de utilizar esse recurso cabe ao decisor, de acordo com suas preferências e necessidades (MAÊDA *et al.* 2021). O fluxograma na Figura 1 resume os passos do método:

Figura 2 - Fluxograma com as etapas da metodologia proposta.

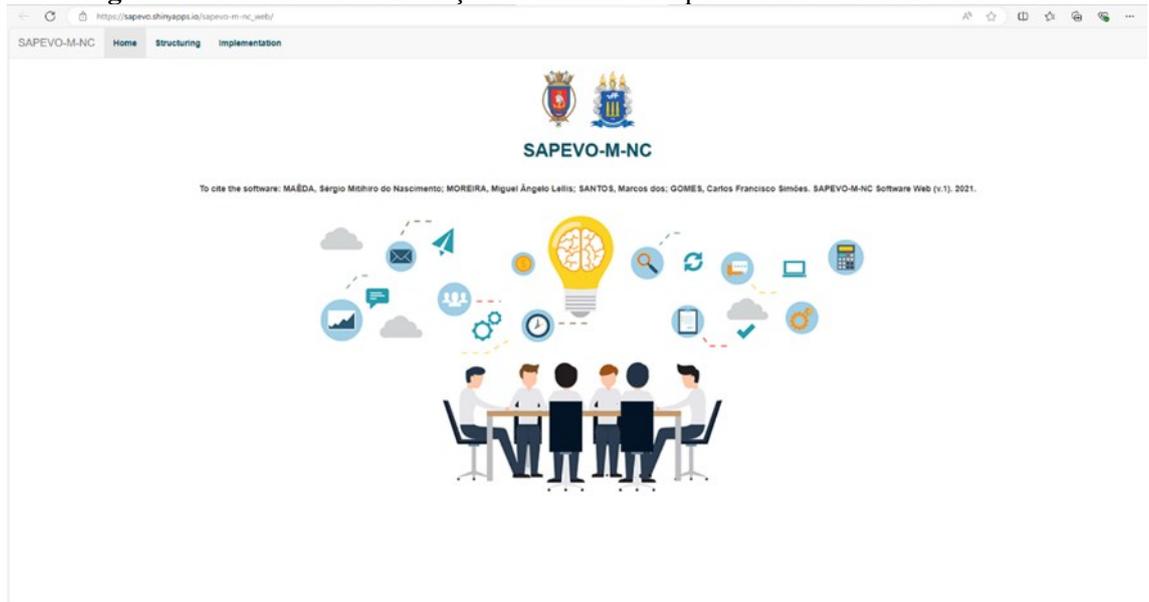


Fonte: Adaptado de Maêda *et al* (2021)

2.9.1 Plataforma Computacional

Para apoiar a metodologia proposta e facilitar os cálculos envolvidos, além de aprimorar a compreensão dos resultados, foi desenvolvida a plataforma computacional SAPEVO-M-NC *Web* (v.1), que pode ser acessada pelo link: https://sapevo.shinyapps.io/sapevo-m-nc_web/. Com uma interface intuitiva, a plataforma exibe os resultados de maneira gráfica, o que facilita a interpretação e análise das avaliações realizadas. A plataforma foi desenvolvida na linguagem R e é resultado de uma colaboração entre profissionais da Universidade Federal Fluminense e um grupo de pesquisa do Centro de Análises de Pesquisas Navais (CASNAV), conforme descrito por Maêda *et al.* (2021). A Figura 2 abaixo ilustra a tela inicial da plataforma, proporcionando uma visão do layout e das funcionalidades disponíveis.

Figura 3 - Tela inicial de interação do modelo computacional do SAPEVO-M-NC



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Conforme descrito por Maêda *et al.* (2021), ao acessar a página da web dedicada ao método, o usuário deve navegar até a aba intitulada "*Structuring*". Essa aba representa a primeira etapa da fase de aplicação do modelo computacional, onde o usuário será solicitado a inserir as alternativas disponíveis, os critérios de avaliação e o número de decisores envolvidos no processo. Essa etapa é fundamental para a estruturação inicial da análise, pois estabelece as bases para as decisões subsequentes. A Figura 3 abaixo exemplifica essa fase, mostrando como as informações devem ser organizadas e preenchidas pelo usuário.

Figura 4 - Tela de estruturação da aplicação do modelo

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Segundo Maêda *et al.* (2021), após inserir todos os dados necessários na aba "*Structuring*", o usuário deve clicar na opção "*Generate Structuring*". Essa ação é responsável por criar a estrutura de aplicação, que é ilustrada na Figura 4 a seguir. Em seguida, para facilitar a análise e a avaliação dos critérios e alternativas pelos decisores, o usuário deve selecionar a

opção "Download Spreadsheet". Isso permitirá o download de um arquivo no formato xlsx (Excel) contendo a planilha gerada, que servirá como ferramenta para que os decisores possam realizar suas avaliações de maneira organizada e eficiente.

Figura 5 - Tela da estrutura gerada

The screenshot displays the SAPEVO-M-NC interface. At the top, there are navigation tabs: 'SAPEVO-M-NC', 'Home', 'Structuring', and 'Implementation'. The main header is 'SAPEVO-M-NC'. On the right, there are two buttons: 'Generate Structuring' and 'Download Spreadsheet'. Below the header, there are three input sections: 'Alternatives Set' (with a dropdown menu showing AA, AB, AC, AD, AE), 'Criteria Set' (with a dropdown menu showing AA, BA, CA, DA, EA), and 'Number of Decision-Makers' (with a text input field containing '2'). Below these sections is a table with columns for 'Avaliação' and 'Pontuação' across various alternatives and criteria. The table shows a grid of values, mostly zeros, representing the evaluation scores for each alternative against each criterion.

alt	crit	score
AA	AA	0
AA	BA	0
AA	CA	0
AA	DA	0
AA	EA	0
BA	AA	0
BA	BA	0
BA	CA	0
BA	DA	0
BA	EA	0
CA	AA	0
CA	BA	0
CA	CA	0
CA	DA	0
CA	EA	0
DA	AA	0
DA	BA	0
DA	CA	0
DA	DA	0
DA	EA	0
EA	AA	0
EA	BA	0
EA	CA	0
EA	DA	0
EA	EA	0

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

De acordo com Maêda *et al.* (2021), a planilha disponibilizada possui uma aba dedicada para cada decisor, permitindo que cada um insira suas opiniões sobre os critérios e as alternativas propostas. Essa estrutura facilita a coleta de feedback individualizado, promovendo uma análise mais abrangente das opiniões dos decisores. A Figura 5 a seguir ilustra a interface da planilha, apresentando exemplos preenchidos pelo decisor 1, o que demonstra como as informações são organizadas e como cada decisor pode contribuir para o processo de decisão de forma clara e acessível.

Figura 6 - Aba do decisor 1

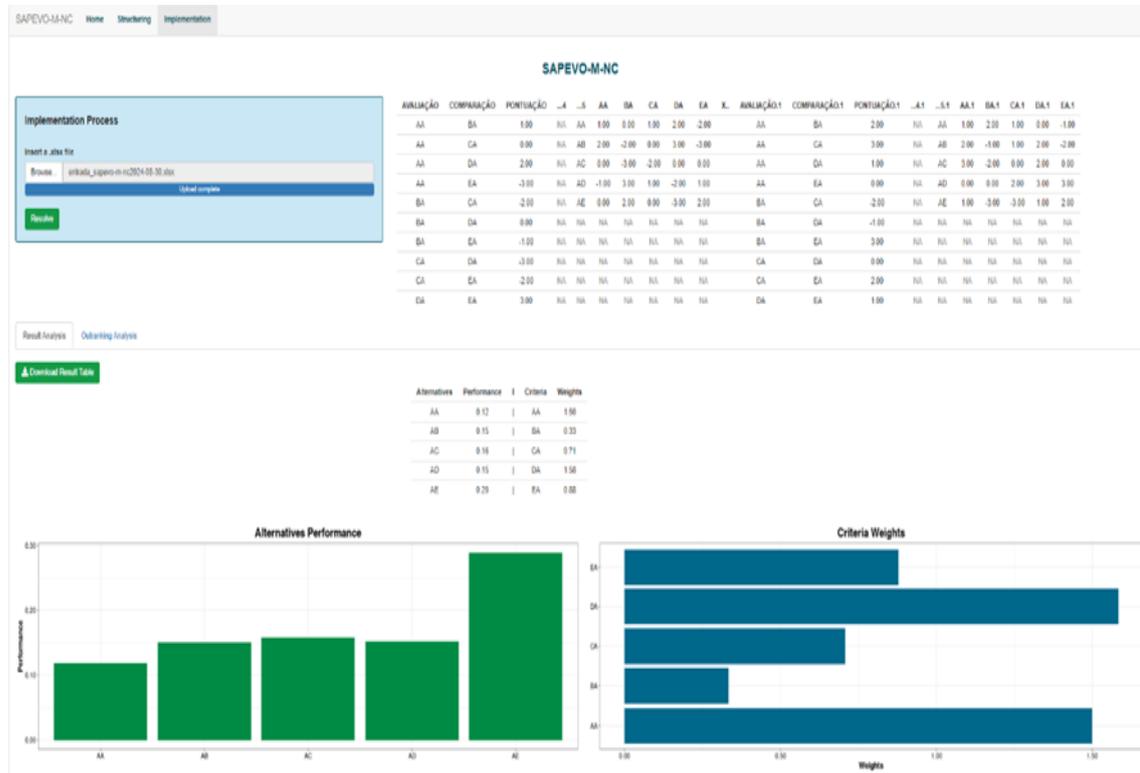
AVALIAÇÃO	COMPARAÇÃO	PONTUAÇÃO
AA	BA	1
AA	CA	0
AA	DA	2
AA	EA	-3
BA	CA	-2
BA	DA	0
BA	EA	-1
CA	DA	-3
CA	EA	-2
DA	EA	3

	AA	BA	CA	DA	EA
AA	1	0	1	2	-2
AB	2	-2	0	3	-3
AC	0	-3	-2	0	0
AD	-1	3	1	-2	1
AE	0	2	0	-3	2

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Maêda *et al.* (2021) explicam que, após todos os decisores terem respondido, o usuário deve acessar a aba "*Implementation*". Nessa etapa, é necessário transferir o arquivo Excel previamente baixado, o que pode ser feito clicando no botão "*Browse*" para localizar e selecionar o arquivo desejado. Uma vez que o arquivo está carregado, o usuário deve clicar no botão "*Resolve*" para iniciar o processamento dos dados e gerar os resultados da análise. A Figura 6 abaixo ilustra claramente essa etapa do processo, mostrando a interface e os passos que o usuário deve seguir para completar a implementação.

Figura 7 - Resultados obtidos



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Nesta interface, os usuários podem visualizar os resultados da avaliação através de um ranking de desempenho que classifica cada alternativa em função dos critérios estabelecidos. Além disso, é possível examinar os pesos atribuídos a cada critério, proporcionando uma compreensão clara de sua importância relativa na análise. A plataforma também gera Gráficos que ilustram esses aspectos de forma visual, facilitando a interpretação dos dados e permitindo uma análise mais intuitiva e acessível dos resultados obtidos. Esses recursos são projetados para ajudar os decisores a tomar decisões mais informadas e fundamentadas (Maêda *et al.* 2021).

De forma interativa, o método disponibiliza uma seção denominada "*Outranking Analysis*", que permite aos usuários realizarem análises adicionais sobre o desempenho de cada alternativa. Nesta aba, é possível aprofundar-se nas comparações entre as opções avaliadas. As Figuras abaixo ilustram essa funcionalidade, demonstrando como os resultados são apresentados, incluindo Gráficos e tabelas que facilitam a compreensão das relações de desempenho entre as alternativas. Esse acesso a análises detalhadas ajuda os decisores a

identificar quais opções se destacam em diferentes cenários, proporcionando uma base sólida para suas escolhas (Maêda *et al.* 2021).

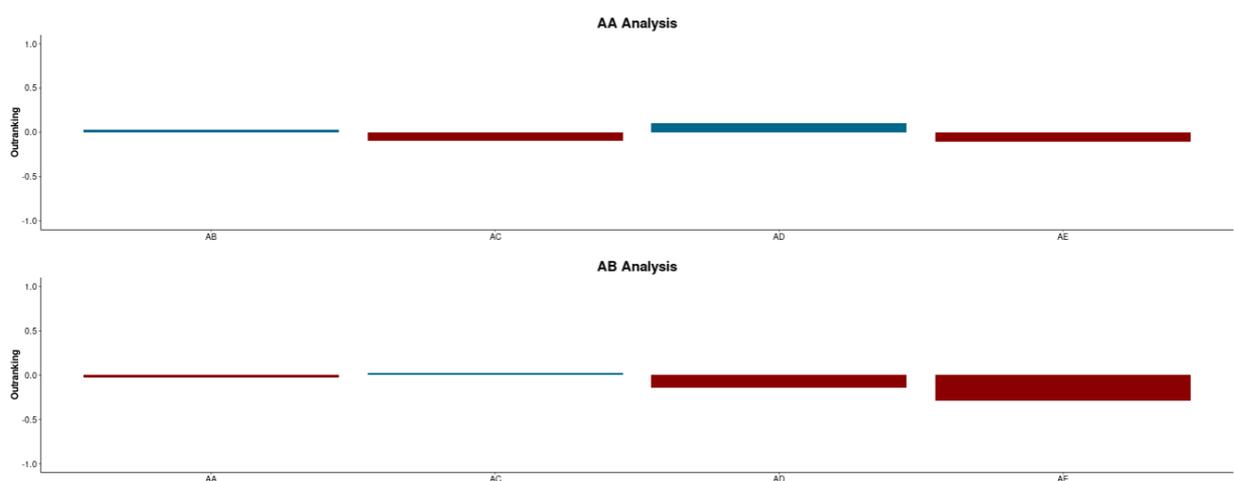
Figura 8 - Matriz de Desempenho das Alternativas

	Result Analysis	Outranking Analysis				
	NA	AA	AB	AC	AD	AE
AA		0	0.03	-0.09	0.1	-0.11
AB		-0.03	0	0.02	-0.14	-0.29
AC		0.09	-0.02	0	0.11	-0.04
AD		-0.1	0.14	-0.11	0	-0.25
AE		0.11	0.29	0.04	0.25	0

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A matriz de desempenho das alternativas, apresentada na Figura 8 acima, oferece uma visão clara do desempenho relativo de cada opção em comparação com as demais.

Figura 9 - Análise das Alternativas



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A Figura 9 acima apresenta os Gráficos gerados para exemplificar o desempenho das alternativas AA e AB em relação às outras opções disponíveis. Esses Gráficos são projetados para facilitar a análise, permitindo que os usuários visualizem de maneira dinâmica como as

alternativas se comportam em comparação com as demais. Através de representações visuais, os Gráficos destacam as diferenças de desempenho entre AA e AB, ilustrando claramente suas vantagens e desvantagens. Essa abordagem gráfica não só torna a interpretação dos dados mais acessível, mas também proporciona uma compreensão mais profunda das relações entre as alternativas (Maêda *et al.* 2021).

Por fim, na aba "Download Result Table", o usuário tem a opção de baixar uma tabela que resume todos os resultados gerados pela análise. Esta tabela inclui informações abrangentes sobre o desempenho das alternativas, apresentando os dados de maneira organizada e concisa, facilitando a consulta e a interpretação. A Figura 9 a seguir ilustra essa tabela, destacando sua estrutura e os principais resultados que podem ser acessados. Essa funcionalidade é especialmente útil para aqueles que desejam documentar os resultados ou realizar análises adicionais fora da plataforma, garantindo que todas as informações relevantes estejam facilmente disponíveis em um formato prático (Maêda *et al.* 2021).

Figura 10 – Tabela com o resumo da avaliação

	A	B	C	D	E
1					
2	Alternatives Performance				
3	alternativas	tax_perform			
4	A1	0.017			
5	A2	0.095			
6	A3	0.841			
7					
8	Criteria Weights				
9	critérios	vetor_pesos_totais			
10	C1	3			
11	C2	2.005			
12	C3	0.266			
13	C4	0.011			
14					
15	Detailed Values of Procedure				
16	NA	A1	A2	A3	
17	A1	0	-0.15	-1	
18	A2	0.15	0	-0.68	
19	A3	1	0.68	0	

Fonte: MAEDA *et al.* (2021)

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

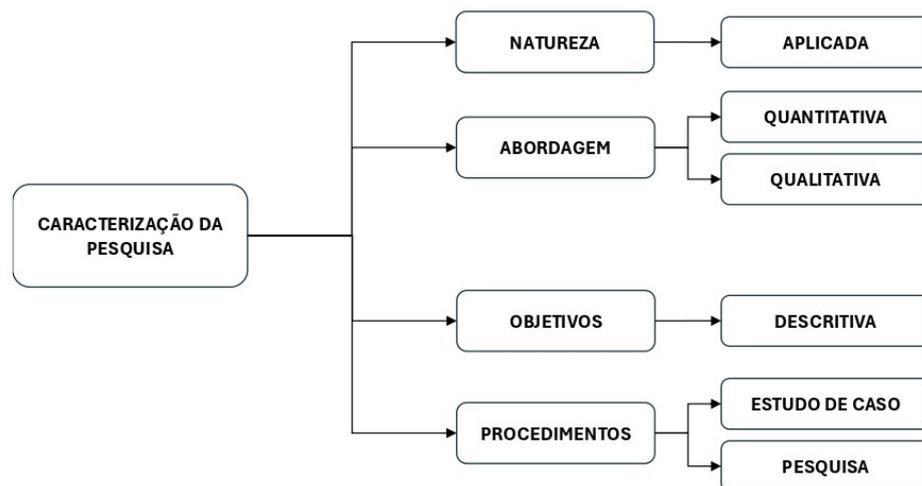
A metodologia adotada tem como objetivo auxiliar na tomada de decisão para indicar qual os melhores EPIs a serem utilizados em uma empresa do ramo da construção civil, aplicando o método multicritério SAPEVO-M-NC para definir qual a melhor opção do mercado que atende os critérios elencados. A seguir, são detalhadas as etapas e métodos que serão empregados para alcançar os objetivos propostos.

A pesquisa científica é geralmente classificada em quatro categorias principais:

1. Quanto à Natureza: Pode ser dividida em pesquisa básica e pesquisa aplicada.
2. Quanto à Abordagem: É classificada como qualitativa ou quantitativa.
3. Quanto aos Objetivos: Engloba pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.
4. Quanto aos Procedimentos: Inclui pesquisa experimental, bibliográfica, documental, de campo, ex-post-facto, de levantamento, com survey, estudo de caso, participante, ação, etnográfica e etnometodológica.

A figura 10 abaixo, mostra o esquema metodológico da pesquisa em questão.

Figura 11 - Características da pesquisa



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Com relação a natureza este estudo é classificado com pesquisa aplicada, visto que a pesquisa tem como objetivo analisar e definir a melhor luva de vaqueta. Segundo Sakamoto e Silveira (2019), a pesquisa aplicada é aquela em que o cientista busca solucionar um problema prático do cotidiano, procurando respostas de maneira urgente.

Quanto à abordagem, o estudo se encaixa como pesquisa quali-quantitativa. Qualitativa pois foi realizado o acompanhamento das atividades da empresa em duas obras distintas e alguns dos critérios utilizados na aplicação do método multicritério visam flexibilidade, conforto, adaptação e usabilidade.

Quantitativa pois foram considerados critérios como custo, durabilidade, pedido mínimo e prazo de entrega. Portanto, a pesquisa empregou uma abordagem mista, combinando tanto dados qualitativos quanto quantitativos. De acordo com Reswell e Creswell (2021) esse tipo de investigação permite integrar as informações de ambas as naturezas, proporcionando um entendimento mais aprofundado dos dados coletados do que se fossem analisados separadamente.

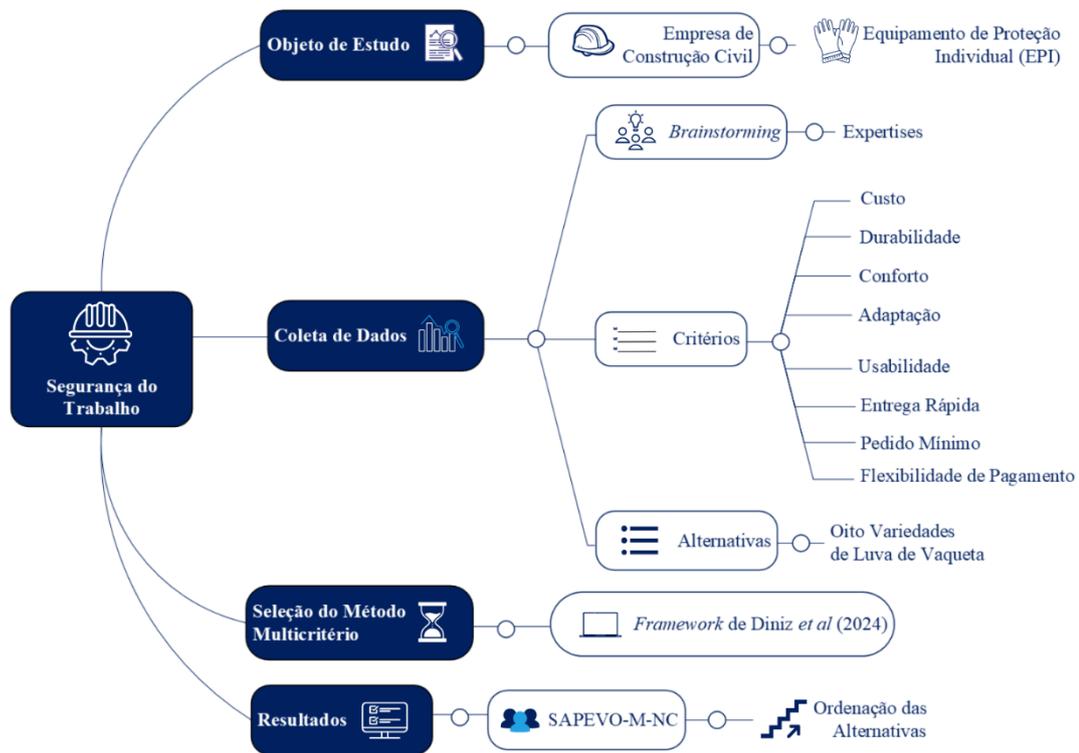
Com relação aos objetivos, o trabalho se enquadra na pesquisa descritiva, pois concentra-se na observação, análise e descrição da utilização das luvas de vaqueta em uma empresa de construção civil. Segundo Gil (2008) esse tipo de pesquisa visa especificar as características de uma determinada população ou fenômeno, buscando novas perspectivas ainda não exploradas e estabelecendo relações com outras pesquisas.

No que diz respeito ao procedimento, a pesquisa é classificada como um estudo de caso. Isso se deve ao fato de que o estudo de caso é uma abordagem empírica que investiga um fenômeno específico dentro de um contexto real e contemporâneo, realizando análises detalhadas que podem gerar novos conhecimentos e teorias (MIGUEL *et al.*, 2018). Além disso, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, pois de acordo com Gil (2008), na pesquisa bibliográfica, são empregadas bases de dados que permitem ao pesquisador localizar trabalhos já existentes sobre o tema em estudo, seja em artigos científicos ou livros, com o objetivo de enriquecer o desenvolvimento do estudo.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi organizada em uma série de etapas sequenciais, cada uma desempenhando um papel crucial na condução do estudo. Essas etapas estão claramente ilustradas na figura 12 abaixo, onde é possível visualizar o fluxo do processo de pesquisa. Cada fase é projetada para abordar aspectos específicos do tema em análise, desde a formulação das hipóteses até a coleta e interpretação dos dados. Essa estrutura metódica não só proporciona clareza ao processo, mas também assegura que cada etapa contribua de maneira significativa para os resultados da pesquisa.

Figura 12 - Etapas da pesquisa



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Na primeira etapa, foi feita a definição da área e do objeto de estudo que seriam avaliados na pesquisa. Esse processo incluiu uma análise preliminar para identificar o contexto e os temas relevantes que orientariam o estudo. Neste caso, foram considerados os EPIs utilizados nas obras de uma empresa do setor da construção civil. A Luva de Vaqueta, o Capacete e a Bota de segurança foram selecionados como objeto de estudo, pois são os EPIs mais amplamente utilizados por todos os colaboradores, o que os tornam um foco apropriado para a investigação.

Em seguida, foi realizada a coleta de dados, que envolveu uma sessão de *brainstorming* com a equipe da unidade de Sumé – PB. A equipe é constituída por uma engenheira de segurança do trabalho, um engenheiro civil que desempenha a função de gerente de produção em campo, uma engenheira de produção que atuava como gerente de planejamento, uma representante do setor administrativo e uma assistente de planejamento. Durante a sessão, os membros da equipe identificaram os critérios mais relevantes a serem considerados na pesquisa. A seleção das alternativas foi realizada por meio de uma pesquisa de fornecedores locais, além de consultas na internet.

Após a identificação das características do problema e das necessidades específicas para a avaliação das alternativas, foi possível aplicar o método *Framework*. Esse método permitiu a

seleção do procedimento multicritério mais apropriado para ser utilizado no estudo. A análise detalhada das características do problema, incluindo suas variáveis e restrições, possibilitou uma compreensão mais aprofundada do contexto, facilitando assim a escolha do método que melhor se adequasse aos objetivos da pesquisa. A figura 13 abaixo demonstra a aplicação do método *Framework* e os resultados gerados.

Figura 13 – Aplicação do Framework



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A ferramenta utilizada para a seleção do método demonstrou resultados claros e indicou o SAPEVO-M-NC como a opção mais adequada para ser aplicada no estudo. Essa escolha foi baseada em uma comparação detalhada entre diferentes métodos multicritério, levando em conta fatores como a complexidade do problema, os critérios estabelecidos e as especificidades das alternativas a serem avaliadas. O SAPEVO-M-NC se destacou por sua capacidade de integrar diversas variáveis e fornecer uma estrutura robusta para a análise, o que o torna particularmente adequado para os objetivos do estudo em questão.

Por fim, os critérios e alternativas identificados foram inseridos no método SAPEVO-M-NC utilizando a plataforma computacional. Este processo envolveu a aplicação sistemática das informações coletadas, permitindo uma análise abrangente das opções disponíveis. Após a execução da análise, a plataforma gerou a melhor opção de luva de vaqueta a ser utilizada pelos colaboradores da empresa mencionada, assim como a melhor opção de capacete e a melhor opção de bota de segurança. Essa seleção foi fundamentada nas avaliações feitas em relação aos critérios estabelecidos, garantindo que a escolha final atendesse às necessidades de segurança e eficiência no ambiente de trabalho.

4 RESULTADOS

4.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO A SER UTILIZADO

Diante das opiniões compartilhadas durante o brainstorming diversos critérios foram apresentados, tais como custo, durabilidade, adaptação e usabilidade, no que diz respeito à utilização dos EPIs que são comuns a todos os colaboradores, a luva de vaqueta, o capacete e a bota de segurança. Com base na diversidade de critérios levantados, foi sugerido a adoção de um método de análise multicritério este método auxiliaria na tomada de decisão.

A partir da identificação do problema, foi possível utilizar o método *Framework*, desenvolvido por Diniz *et al.* no Laboratório de Análise de Dados (LADA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Sumé - PB. Esse método oferece a melhor opção de método de análise multicritério para solucionar o problema em questão.

Após a classificação detalhada do problema, o método analisou as características específicas e identificou o SAPEVO-M-NC como o método multicritério mais adequado. Essa escolha foi baseada em uma série de critérios, incluindo a complexidade do problema, as variáveis envolvidas e os objetivos desejados.

4.1.1 Definição dos critérios

Dado que o método seria aplicado a três Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) diferentes, tornou-se necessário realizar uma aplicação separada para cada um. Isso se deve ao fato de que o uso das luvas difere significativamente do uso do capacete e da bota de segurança, pois cada EPI é projetado para proteger uma área específica do corpo e mitigar riscos particulares. As luvas, por exemplo, são destinadas à proteção das mãos, enquanto o capacete protege a cabeça e a bota de segurança os pés. Cada um enfrenta diferentes tipos de exposição a perigos, como cortes, quedas de objetos, impactos ou perfurações. Com isso, critérios distintos foram estabelecidos para cada EPI, garantindo que as particularidades de cada um fossem adequadamente consideradas na avaliação dos riscos e na escolha da proteção mais eficaz.

Para realizar a aplicação do método, foram coletados os critérios mais relevantes conforme definido pela equipe. Com relação a luva de vaqueta os critérios relacionados foram:

- Conforto
- Custo
- Durabilidade

- Flexibilidade de pagamento
- Adaptação
- Usabilidade
- Entrega rápida
- Pedido mínimo.

Os critérios estabelecidos para o capacete foram:

- Proteção à impacto
- Custo
- Certificação
- Ventilação
- Peso
- Conforto
- Ajuste
- Compatibilidade de acessórios

Já os critérios seleccionados com relação às botas de segurança foram:

- Durabilidade
- Custo
- Certificação
- Usabilidade
- Impermeabilidade
- Conforto
- Proteção Anti perfuração
- Resistência ao atrito

4.1.2 Definição das Alternativas

O segundo passo foi a seleção das alternativas, inicialmente foram considerados os fornecedores locais, porém com a escassez de variedade de produtos oferecidos tornou-se necessário realizar pesquisas via *web* para definir alternativas.

Para as luvas de vaqueta as alternativas seleccionadas foram:

- Thecom

- Incompel
- Blister Lupa
- Garjhon
- Valcan
- Zanel
- Medix
- Luveq

Com relação ao capacete as alternativas consideradas foram:

- MAS V-GARD
- 3M
- Plastcor PLT
- Genesis Libus
- Diamond C Delta Plus
- Steelflex Turtle
- BERYL
- Camper Avant

Já para a bota de segurança as alternativas foram:

- Bracol Bels
- Marluvas
- Imbiseg Kadesh
- Fujiwara
- Plastcor PLT
- Genesis Libus
- Elast
- Cartom
- Fujiwara HESS
- São Crispim

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO

4.2.1 Aplicação do método através da plataforma computacional para a luva de vaqueta

Através da plataforma computacional o método SAPEVO M-NC foi utilizado para classificar as preferências dos decisores quanto à importância dos critérios e ao desempenho das alternativas. Esse procedimento foi executado duas vezes, uma para cada decisor: a gestora de planejamento e a engenheira de segurança do trabalho. Cada uma delas trouxe a perspectiva específica de seu departamento. A figura 15 abaixo ilustra a tela inicial da plataforma computacional onde é realizada a primeira etapa da aplicação do método para a luva de vaqueta.

Figura 14 - Tela inicial da plataforma computacional

crit_eval	crit_comp	pontc	coluna_vazia	lista_alt	col_alt	col_alt.1	col_alt.2	col_alt.3	col_alt.4	col_alt.5	col_alt.6	col_alt.7
AVALIAÇÃO	COMPARAÇÃO	PONTUAÇÃO			Conforto	Custo	Durabilidade	Flexibilidade de pagamento	Adaptação	Usabilidade	Entrega rápida	Pedido mínimo
Conforto	Custo	0		Thecom	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Durabilidade	0		Incompel	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Flexibilidade de pagamento	0		Blister Lupa	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Adaptação	0		Garjhon	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Usabilidade	0		Valkan	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Entrega rápida	0		Zanel	0	0	0	0	0	0	0	0
Conforto	Pedido mínimo	0		Medix	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Após estabelecer os critérios relevantes e identificar as alternativas disponíveis, bem como definir o número de decisores envolvidos no processo, foi feito o download de uma planilha de preenchimento. Nesta planilha, cada decisor tem uma aba específica para registrar

suas informações. Isso garante que as contribuições de cada um sejam organizadas de forma clara e acessível, permitindo uma análise mais eficiente dos dados coletados. Cada aba é projetada para facilitar a inserção das informações, assegurando que todos os critérios sejam adequadamente considerados em suas respectivas avaliações, como ilustra a figura 16 abaixo.

Figura 15 - Planilha de decisores

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	AVALIAÇÃO	COMPARAÇÃO	PONTUAÇÃO		Conforto	Custc	Durabilidade	Flexibilidade de Pagamento	Adaptaã	Usabilidade	Entrega Rápida	Pedido Mínimo		
2	Conforto	Custo	-2		Thecom	4	4	5	2	2	3	7	2	
3	Conforto	Durabilidade	-2		Incompel	4	5	2	3	4	2	4	3	
4	Conforto	Flexibilidade de Pagamento	-2		Blister Lupa	3	6	3	3	3	2	2	1	
5	Conforto	Adaptação	-2		Garifhon	3	4	4	6	3	3	3	2	
6	Conforto	Usabilidade	-1		Valcan	2	2	2	1	3	2	3	1	
7	Conforto	Entrega Rápida	-3		Zanel	3	7	3	3	4	2	7	2	
8	Conforto	Pedido Mínimo	-1		Medix	2	1	5	3	2	4	6	2	
9	Custo	Durabilidade	3		Luveq	1	2	2	3	2	1	5	1	
10	Custo	Flexibilidade de Pagamento	3											
11	Custo	Adaptação	3											
12	Custo	Usabilidade	3											
13	Custo	Entrega Rápida	3											
14	Custo	Pedido Mínimo	3											
15	Durabilidade	Flexibilidade de Pagamento	-3											
16	Durabilidade	Adaptação	3											
17	Durabilidade	Usabilidade	3											
18	Durabilidade	Entrega Rápida	2											
19	Durabilidade	Pedido Mínimo	2											
20	Flexibilidade de Pagamento	Adaptação	2											
21	Flexibilidade de Pagamento	Usabilidade	2											
22	Flexibilidade de Pagamento	Entrega Rápida	2											
23	Flexibilidade de Pagamento	Pedido Mínimo	2											
24	Adaptação	Usabilidade	0											
25	Adaptação	Entrega Rápida	-2											
26	Adaptação	Pedido Mínimo	0											
27	Usabilidade	Entrega Rápida	0											
28	Usabilidade	Pedido Mínimo	2											
29	Entrega Rápida	Pedido Mínimo	3											

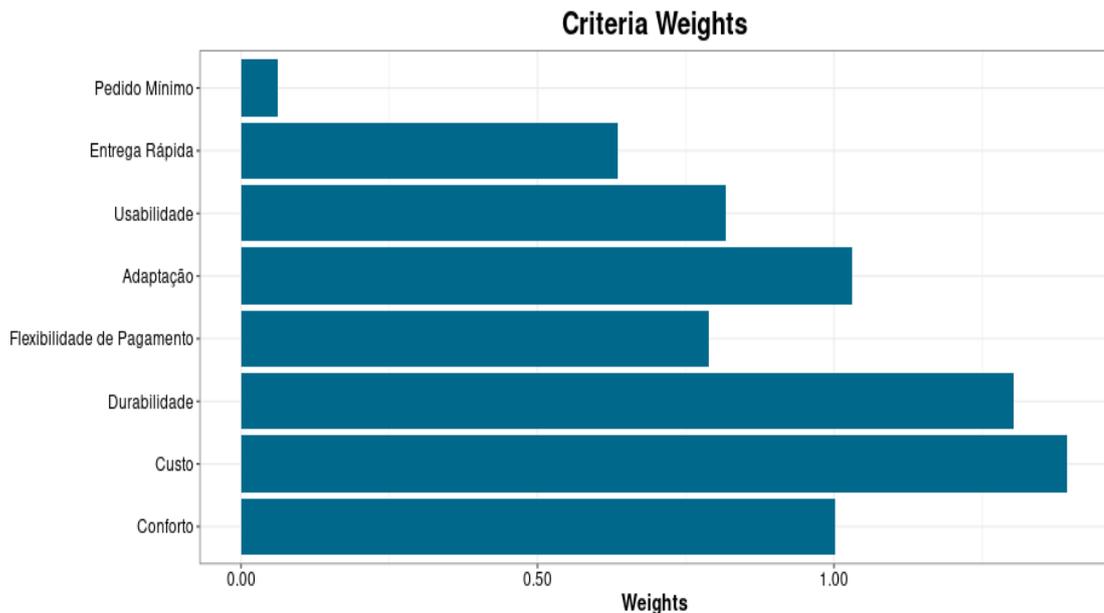
Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Em seguida, foram estabelecidos os pesos dos critérios de avaliação, conforme ilustrado no Gráfico 1 abaixo. Esta etapa é crucial, pois permite priorizar os fatores que influenciarão a decisão final. A análise dos dados mostra que o critério "custo" foi atribuído o maior peso, indicando sua relevância na avaliação das alternativas. Isso sugere que a eficiência financeira é uma das preocupações centrais para os decisores.

Em segundo lugar, o critério "durabilidade" recebeu um peso significativo, evidenciando a importância da longevidade e resistência dos produtos considerados. Por fim, o critério "adaptação" também foi valorizado, embora em menor medida, ressaltando a

necessidade de flexibilidade e adequação das opções às necessidades específicas da organização. Essas atribuições de peso são fundamentais para garantir uma decisão informada e alinhada aos objetivos estratégicos.

Gráfico 1 - Pesos dos critérios



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A matriz de desempenho final, apresentada na figura 17 abaixo, revela de maneira clara e objetiva os resultados da análise comparativa entre as alternativas avaliadas. Nela, a alternativa Luveq se destacou como a melhor opção de luva de vaqueta para as obras descritas na pesquisa, obtendo uma pontuação de 0,35. Essa classificação superior indica que a Luveq atende de maneira mais eficaz aos critérios de avaliação estabelecidos.

Em segundo lugar, a alternativa Valcan, com uma pontuação de 0,32, também se mostrou competitiva, oferecendo características que a tornam uma escolha viável, embora inferior à Luveq. Na sequência, a alternativa Medix obteve uma pontuação de 0,21, posicionando-se como a terceira opção, enquanto Incompel seguiu em quarto lugar com 0,12. As opções restantes, Blisher Lupa (0,11), Garjhon (0,10), Zanel (0,07) e Thecom (0,07), apresentaram desempenhos inferiores, sendo classificadas em ordem decrescente de eficácia.

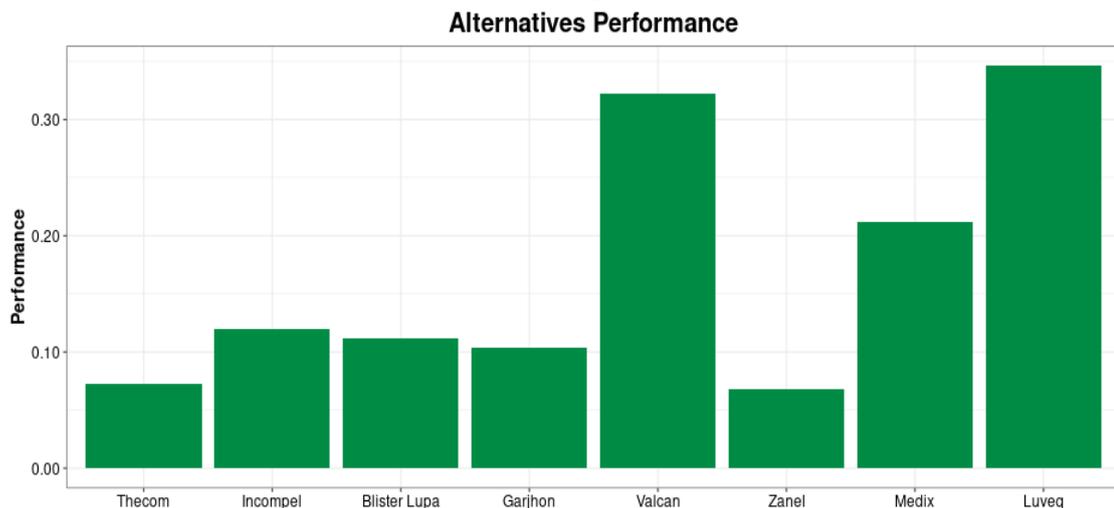
Esses resultados fornecem uma visão abrangente das alternativas disponíveis, permitindo uma escolha informada baseada em dados objetivos e nas necessidades específicas das obras em questão.

Figura 16 - Matriz de desempenho Final

Alternatives	Performance	I	Criteria	Weights
Thecom	0.07		Conforto	1.00
Incompel	0.12		Custo	1.39
Blister Lupa	0.11		Durabilidade	1.30
Garjhon	0.10		Flexibilidade de Pagamento	0.79
Valcan	0.32		Adaptação	1.03
Zanel	0.07		Usabilidade	0.82
Medix	0.21		Entrega Rápida	0.64
Luveq	0.35		Pedido Mínimo	0.06

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A performance de cada alternativa foi representada graficamente, conforme ilustrado no Gráfico 2 abaixo. Este Gráfico oferece uma visualização clara e intuitiva dos resultados, permitindo que os decisores identifiquem rapidamente as diferenças de desempenho entre as opções avaliadas. Essa representação gráfica complementa os dados numéricos, proporcionando uma compreensão mais completa da eficácia de cada alternativa em atender aos critérios estabelecidos na pesquisa.

Gráfico 2 - Ilustração gráfica da performance das alternativas

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Para proporcionar uma experiência mais abrangente e informativa, o método também gera uma matriz que compara o desempenho das diferentes alternativas entre si. Essa matriz, apresentada na figura 18 abaixo, é uma ferramenta visual que organiza as informações de maneira clara e estruturada.

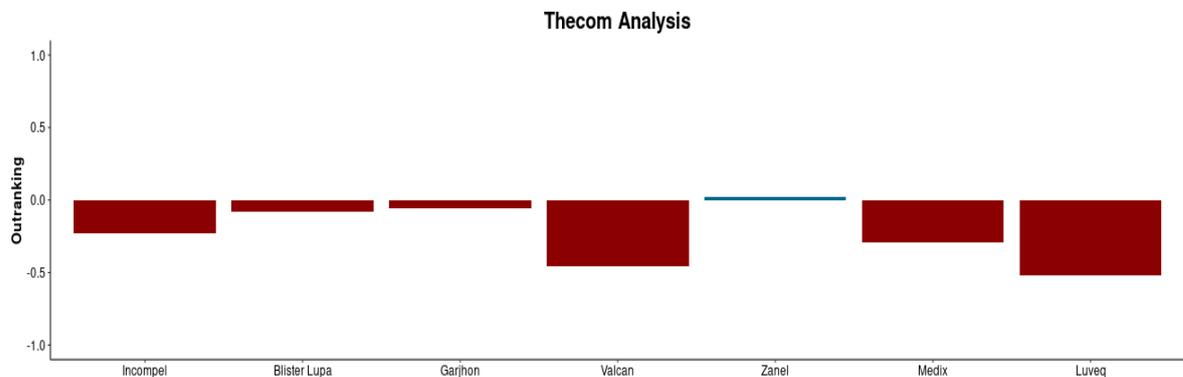
Figura 17 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas

NA	Thecom	Incompel	Blistar Lupa	Garjhon	Valcan	Zanel	Medix	Luveq
Thecom	0	-0.23	-0.08	-0.06	-0.46	0.02	-0.29	-0.52
Incompel	0.23	0	-0.05	0.12	-0.37	0.15	-0.17	-0.45
Blistar Lupa	0.08	0.05	0	0.01	-0.29	0.09	-0.02	-0.24
Garjhon	0.06	-0.12	-0.01	0	-0.3	0.18	-0.22	-0.39
Valcan	0.46	0.37	0.29	0.3	0	0.34	0.39	0.1
Zanel	-0.02	-0.15	-0.09	-0.18	-0.34	0	-0.12	-0.39
Medix	0.29	0.17	0.02	0.22	-0.39	0.12	0	-0.3
Luveq	0.52	0.45	0.24	0.39	-0.1	0.39	0.3	0

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Essa matriz possibilita uma análise mais detalhada das alternativas avaliadas, oferecendo uma justificativa mais abrangente e fundamentada para a escolha final.

Os resultados comparativos disponibilizados na matriz citada no parágrafo anterior geram uma sequência de Gráficos que ilustram de forma mais dinâmica o desempenho de cada alternativa com relação as demais. Os Gráficos gerados estão ilustrados abaixo.

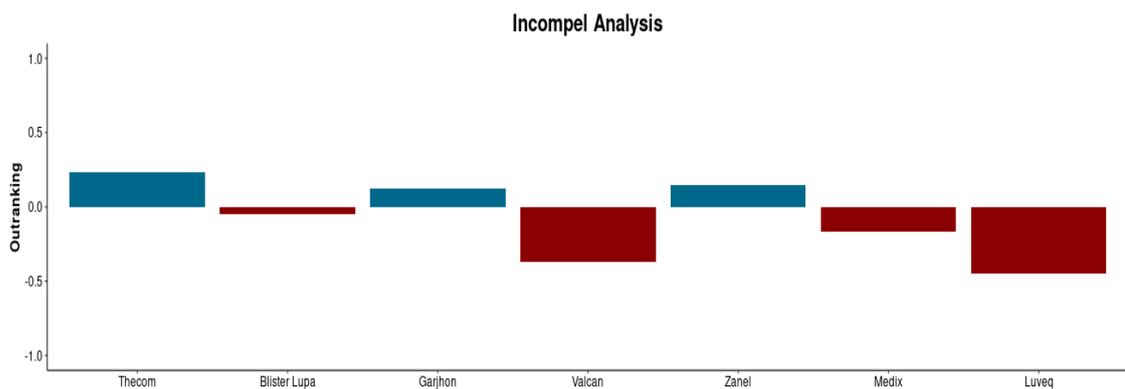
Gráfico 3 - Gráfico de desempenho da Thecom

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

O Gráfico 3 acima ilustra o desempenho da luva Thecom em comparação com as demais alternativas avaliadas. A análise dos dados apresentados no Gráfico revela que a luva Thecom obteve um desempenho positivo em relação à luva Zanel. Por outro lado, em comparação com as alternativas, a luva Thecom apresentou um desempenho negativo, ou seja, suas pontuações foram inferiores às de outras opções, como Luveq, Valcan e Medix.

Essa diferença de desempenho sugere que, embora a Thecom possa ter vantagens em alguns aspectos em relação à Zanel, ela não se destaca em um cenário mais amplo, quando analisada ao lado das demais alternativas disponíveis. Essa informação é crucial para os decisores, pois permite identificar que a luva Thecom pode ser uma escolha viável apenas em contextos específicos, mas não é a opção mais competitiva no geral.

Gráfico 4 - Gráfico de desempenho da Incompel

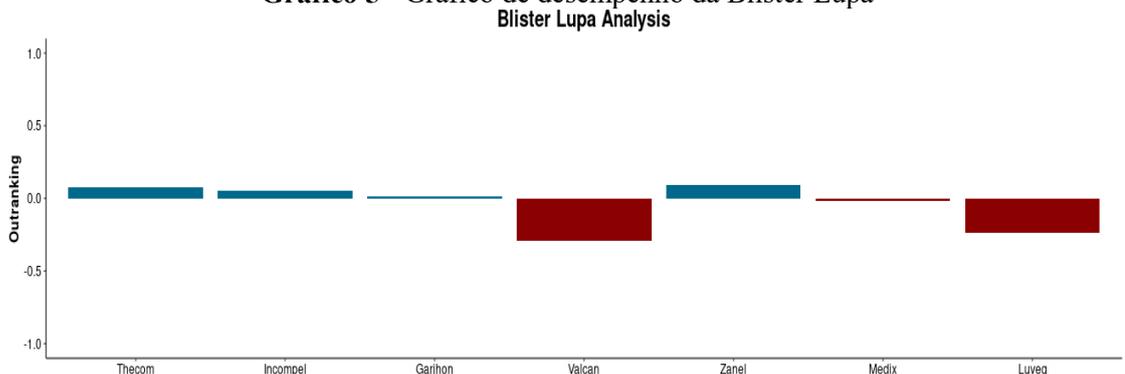


Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

De acordo com o Gráfico 4, o desempenho da luva Incompel se apresenta de forma positiva em relação às luvas Thecom, Garjhon e Zanel. Isso significa que, ao serem comparadas, a Incompel superou essas alternativas em vários critérios de avaliação. No entanto, quando a luva Incompel é comparada com as outras alternativas disponíveis, seu desempenho se mostra negativo. Isso indica que, em relação a opções como Luveq e Valcan, a Incompel não conseguiu alcançar pontuações equivalentes, sugerindo que ela pode não ser a melhor escolha quando considerada no contexto geral das alternativas.

Embora ela tenha se destacado em algumas comparações, sua posição menos favorável em relação a outras opções destaca a importância de uma avaliação completa, ajudando a fundamentar uma decisão mais informada e alinhada às necessidades da organização.

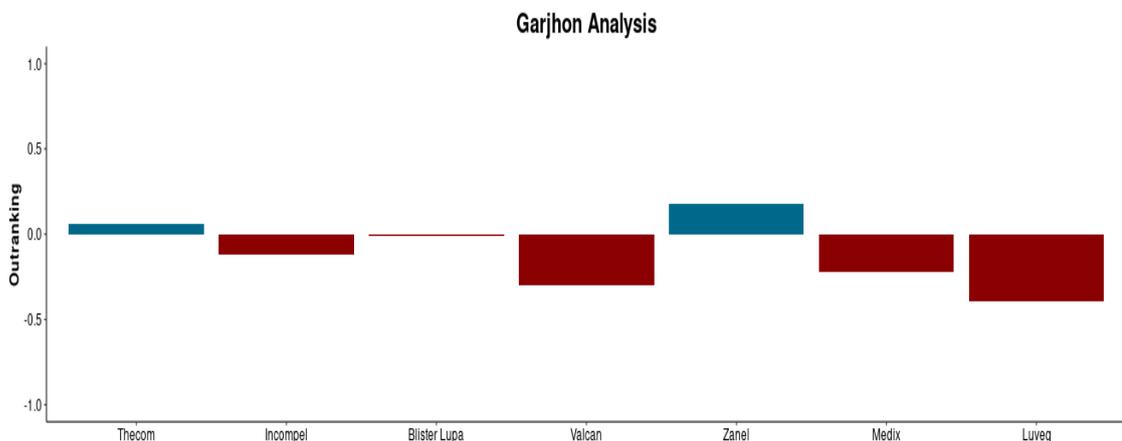
Gráfico 5 - Gráfico de desempenho da Blister Lupa



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A luva Blister Lupa apresentou um desempenho positivo em comparação com algumas das alternativas avaliadas, como ilustra o Gráfico 5 acima. No entanto, quando comparada às luvas Valcan, Medix e Luveq, o desempenho da Blister Lupa foi considerado negativo. Isso significa que, em relação a essas três alternativas, a Blister Lupa não conseguiu alcançar pontuações tão altas.

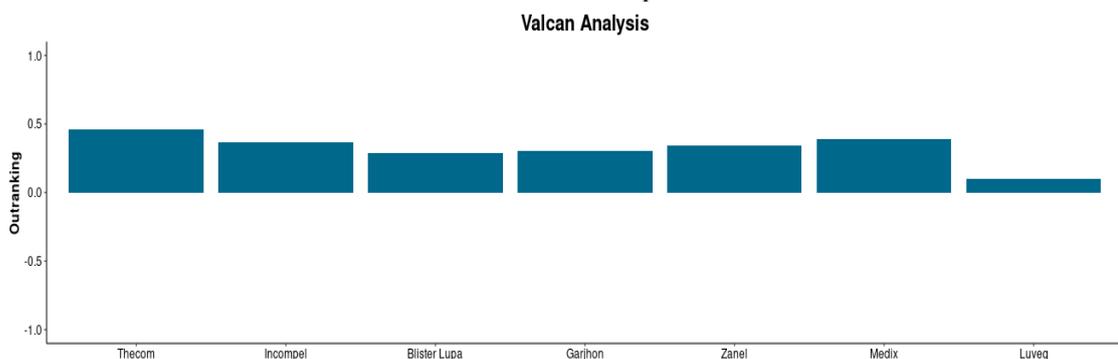
Gráfico 6 – Gráfico de desempenho da Garjhon



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A análise do Gráfico 6 acima revela que essa alternativa apresenta um desempenho significativo quando comparada às luvas Thecom e Zanel. Isso indica que, em diversos critérios de avaliação, essa opção se destacou. Entretanto, ao analisar seu desempenho em relação às outras luvas disponíveis, é possível notar que sua performance é considerada negativa. Isso sugere que, quando avaliada em um contexto mais amplo, essa alternativa não se equipara às opções superiores, como Luveq e Valcan, que demonstraram pontuações mais altas em critérios essenciais.

Gráfico 7 - Gráfico de desempenho da Valcan



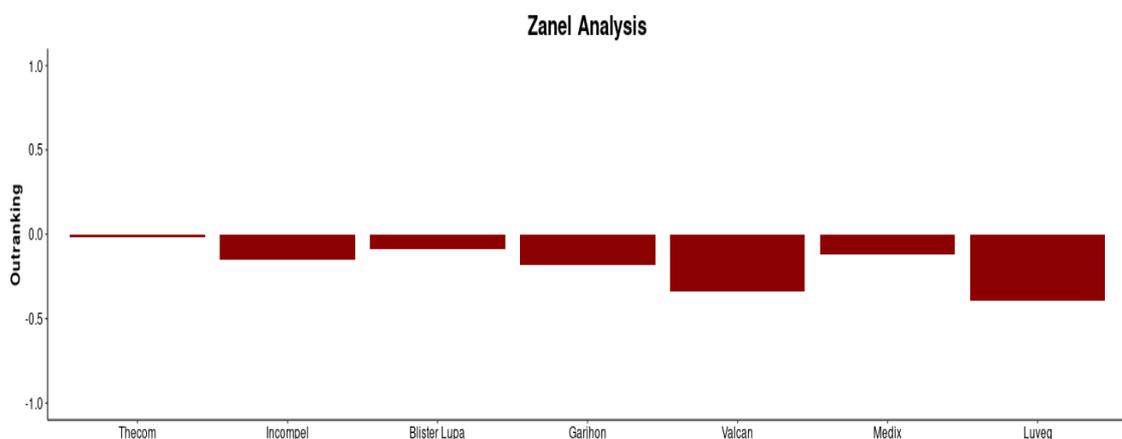
Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A luva Valcan demonstrou um desempenho positivo em relação a todas as alternativas avaliadas, conforme ilustrado no Gráfico 7 acima. Essa avaliação indica que, em termos de eficácia e características relevantes, a Valcan se destacou em comparação com as demais opções disponíveis.

No entanto, a análise realizada levou em consideração os pesos atribuídos aos critérios de avaliação, que refletem a importância relativa de cada aspecto na tomada de decisão. Embora essa luva tenha alcançado uma performance superior nas comparações, os resultados indicam que ela pode não ser a opção mais viável quando se consideram esses critérios de forma integrada.

Isso significa que, apesar de seu ótimo desempenho em aspectos específicos, a Valcan pode ter limitações em áreas cruciais, como custo ou durabilidade, que a tornam menos competitiva em um contexto mais amplo. Portanto, a análise detalhada sugere que, para uma escolha final bem fundamentada, é essencial considerar não apenas os pontos fortes da Valcan, mas também como ela se alinha com os critérios prioritários estabelecidos pelos decisores.

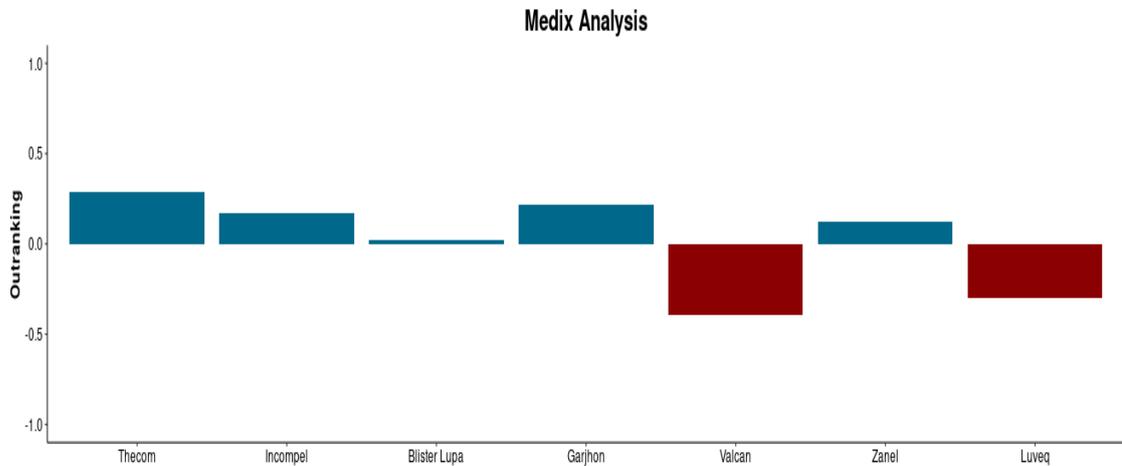
Gráfico 8 - Gráfico de desempenho da Zanel



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Na comparação de desempenho, a luva Zanel apresentou resultados negativos em relação a todas as alternativas avaliadas. Essa análise revela que essa luva não conseguiu atender aos critérios estabelecidos de forma satisfatória, evidenciando suas limitações em aspectos considerados fundamentais nessa pesquisa.

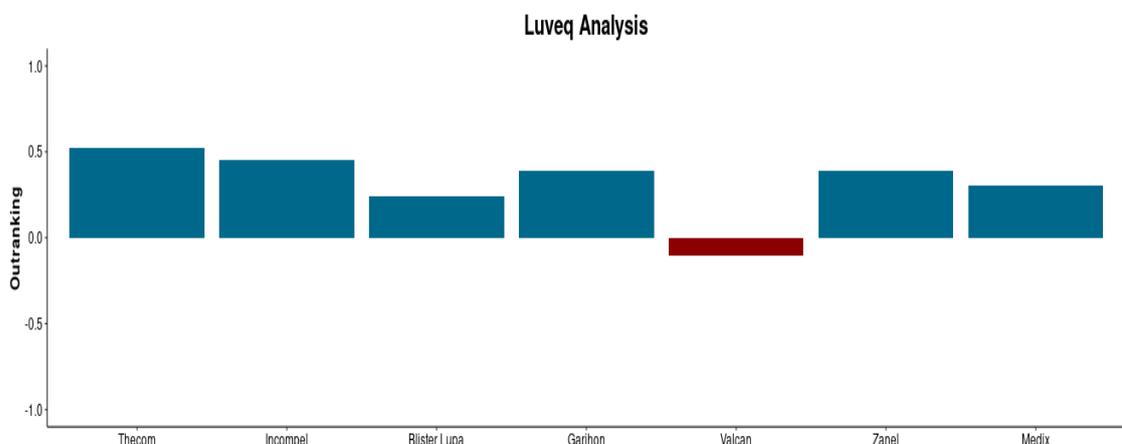
Esse desempenho insatisfatório sugere que a luva Zanel não se destaca em nenhum dos parâmetros importantes, o que a torna uma opção inviável para os decisores.

Gráfico 9 - Gráfico de desempenho da Medix

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Assim como observado na análise de outras opções de luvas anteriormente mencionadas, a luva Medix demonstrou um desempenho positivo em relação a algumas alternativas. Isso indica que, em determinados critérios de avaliação, essa luva se destacou e ofereceu características que a tornam uma escolha competitiva.

No entanto, quando a Medix foi comparada diretamente com as luvas Valcan e Luveq, seu desempenho foi considerado negativo. Essa disparidade sugere que, apesar de sua performance favorável em algumas situações, a Medix não conseguiu igualar ou superar as pontuações obtidas por outras luvas em critérios fundamentais.

Gráfico 10 - Gráfico de desempenho da Luveq

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A opção de luva Luveq, identificada como a melhor escolha a ser adquirida por meio da aplicação do método SAPEVO-M-NC, apresentou um desempenho negativo quando comparada à luva Valcan. Essa constatação indica que, em determinados critérios, a Valcan superou a Luveq, o que poderia levantar dúvidas sobre a superioridade da Luveq em algumas áreas.

No entanto, ao realizar uma análise mais aprofundada dos critérios de avaliação, a Luveq se destacou em comparação com todas as outras luvas analisadas. Ela apresentou um desempenho superior em aspectos fundamentais como custo, durabilidade e adaptação. Esses fatores são essenciais para a eficácia e a praticidade das luvas em diferentes contextos de uso, tornando a Luveq uma opção especialmente atrativa.

A combinação de sua pontuação elevada em critérios-chave, apesar de seu desempenho negativo em relação à Valcan, justifica sua classificação como a melhor opção. Essa análise demonstra que, ao considerar um conjunto mais amplo de critérios, a Luveq se posiciona como a escolha mais viável e alinhada às necessidades da organização, garantindo um bom retorno sobre o investimento e atendendo às expectativas de desempenho.

4.2.2 Aplicação do método através da plataforma computacional para o capacete

O método SAPEVO M-NC foi aplicado por meio de uma plataforma computacional para classificar as preferências dos decisores em relação à importância dos critérios e ao desempenho das alternativas. Esse processo foi realizado em duas etapas, uma para cada decisor: a gestora de planejamento e a engenheira de segurança do trabalho, cada uma apresentando a perspectiva própria de seu departamento. A figura 19 abaixo mostra a tela inicial da plataforma, onde ocorre a primeira fase da aplicação do método para o capacete.

Figura 18 - Tela inicial da plataforma computacional – Capacete

SAPEVO-M-NC

Home Structuring Implementation

SAPEVO-M-NC

Generate Structuring Download Spreadsheet

Alternatives Set

Type the alternative:

Capacete Camper Avant +

Alternatives

- Capacete MAS V-GARD
- Capacete 3M
- Capacete Plastcor PLT
- Capacete Genesis Libus
- Capacete Diamond C Della Plus
- Capacete Ssteeltext Turtle
- Capacete BERYL
- Capacete Camper Avant

Criteria Set

Type the criterion:

Compatibilidade de acessórios +

Criteria

- Proteção à impacto
- Custo
- Certificação
- Ventilação
- Peso
- Conforto
- Ajuste
- Compatibilidade de acessórios

Number of Decision-Makers

Type the number of decision-maker:

2

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Após definir os critérios relevantes, identificar as alternativas disponíveis e determinar o número de decisores envolvidos no processo, foi feito o download da planilha para preenchimento dos decisores. A figura 20 abaixo ilustra a estrutura da planilha para a aplicação com relação ao capacete.

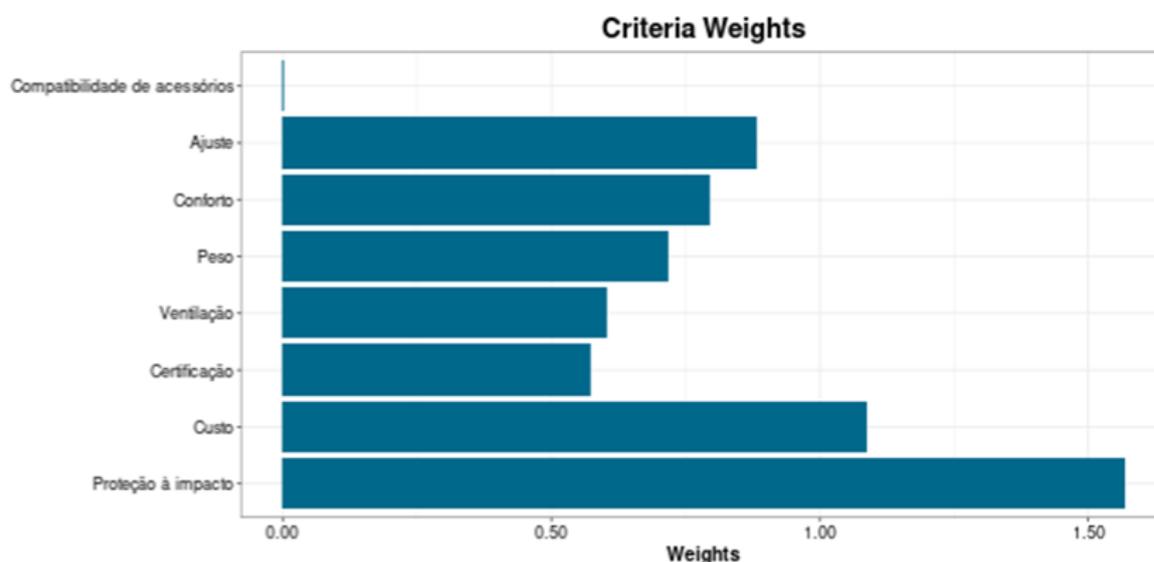
Figura 19 – Planilha gerada para preenchimento pelos decisores

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	AValiação	COMPARAÇÃO	PONTUAÇÃO			Proteção à impacto	Custo	Certificação	Ventilação	Peso	Conforto	Ajuste	Compatibilidade de acessórios	
2	Proteção à impacto	Custo	-3		Capacete MSA V-GARD	1	7	1	2	1	1	1	1	
3	Proteção à impacto	Certificação	0		Capacete 3M	1	7	1	1	2	2	2	1	
4	Proteção à impacto	Ventilação	2		Capacete Plastcor PLT	2	1	2	1	3	4	3	3	
5	Proteção à impacto	Peso	2		Capacete Genesis Libus	3	4	3	2	3	5	4	3	
6	Proteção à impacto	Conforto	3		Capacete Diamond V Delta Plus	2	5	2	3	2	3	2	4	
7	Proteção à impacto	Ajuste	2		Capacete Steelflex Turtle	1	7	1	3	2	3	2	2	
8	Proteção à impacto	Compatibilidade de acessórios	2		Capacete BERYL	2	4	3	4	5	5	4	5	
9	Custo	Certificação	3		Capacete Camper Avant	2	3	2	5	3	5	5	4	
10	Custo	Ventilação	3											
11	Custo	Peso	3											
12	Custo	Conforto	3											
13	Custo	Ajuste	3											
14	Custo	Compatibilidade de acessórios	3											
15	Certificação	Ventilação	1											
16	Certificação	Peso	1											
17	Certificação	Conforto	0											
18	Certificação	Ajuste	2											
19	Certificação	Compatibilidade de acessórios	2											
20	Ventilação	Peso	0											
21	Ventilação	Conforto	0											
22	Ventilação	Ajuste	0											
23	Ventilação	Compatibilidade de acessórios	2											
24	Peso	Conforto	0											
25	Peso	Ajuste	-1											
26	Peso	Compatibilidade de acessórios	0											

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Ao adicionar a planilha preenchida na plataforma e selecionar a opção “*resolve*”, o método gera os resultados mostrando os pesos dos critérios de avaliação, conforme apresentado no Gráfico 11 abaixo. Essa etapa é fundamental, pois permite a priorização dos fatores que influenciarão a decisão final. A análise dos dados revela que o critério "proteção à impacto" recebeu o maior peso, indicando sua importância na avaliação das alternativas. Isso sugere que a proteção dos colaboradores é uma das principais preocupações dos decisores.

Ao critério "custo" também foi atribuído um peso significativo, ressaltando a relevância da viabilidade financeira quanto aos equipamentos analisados. O critério "ajuste" também foi valorizado, embora em menor grau, destacando a necessidade de adequação dos colaboradores aos equipamentos. Essas atribuições de peso são essenciais para assegurar uma decisão bem fundamentada e alinhada aos objetivos estratégicos.

Gráfico 11 – Peso dos critérios para o capacete

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A matriz de desempenho final, mostrada na figura 21 abaixo, apresenta de forma clara e objetiva os resultados da análise comparativa entre as alternativas avaliadas. Nela, a opção Plastcor PLT se destacou como o melhor capacete para as obras descritas na pesquisa, alcançando uma pontuação de 0,18. Essa classificação superior indica que o Plastcor PLT atende de maneira mais eficaz aos critérios de avaliação estabelecidos.

Em segundo lugar, a alternativa, MAS V-GARD, com uma pontuação de 0,17, também se mostrou bastante competitiva, apresentando características que a tornam uma escolha viável, tendo em vista a diferença mínima na sua performance. Na sequência, a opção 3M obteve uma pontuação de 0,16, posicionando-se como a terceira melhor alternativa, enquanto Genesis Libus e Diamond C Delta Plus ficaram empatadas em quarto lugar com 0,11. As opções restantes — Camper Avant (0,09), BERYL (0,07) e Steelflex Turtle (0,07) — apresentaram desempenhos inferiores, classificando-se em ordem decrescente de eficácia.

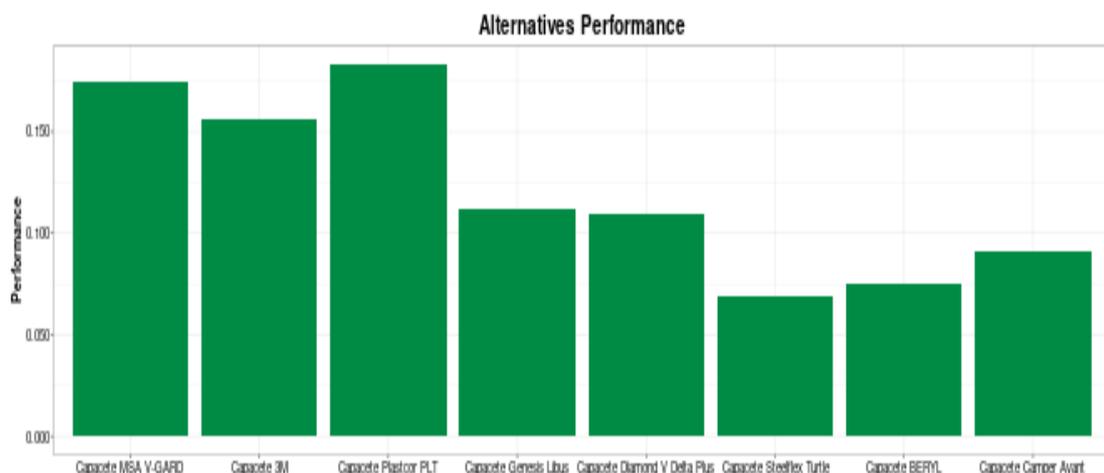
Esses resultados oferecem uma visão abrangente das alternativas disponíveis, permitindo que a escolha seja feita de maneira informada, baseada em dados objetivos e nas necessidades específicas das obras em questão.

Figura 20 – Matriz de desempenho final do capacete

Alternatives	Performance	I	Criteria	Weights
Capacete MSA V-GARD	0.17		Proteção à impacto	1.57
Capacete 3M	0.16		Custo	1.09
Capacete Plastcor PLT	0.18		Certificação	0.57
Capacete Genesis Libus	0.11		Ventilação	0.60
Capacete Diamond V Delta Plus	0.11		Peso	0.72
Capacete Steelflex Turtle	0.07		Conforto	0.80
Capacete BERYL	0.07		Ajuste	0.88
Capacete Camper Avant	0.09		Compatibilidade de acessórios	0.00

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A performance de cada alternativa foi representada graficamente, como mostrado no Gráfico 12 abaixo. Essa visualização clara e intuitiva dos resultados permite que os decisores identifiquem rapidamente as diferenças de desempenho entre as opções avaliadas. Essa representação gráfica complementa os dados numéricos, oferecendo uma compreensão mais abrangente da eficácia de cada alternativa em atender aos critérios estabelecidos na pesquisa.

Gráfico 12 - Ilustração gráfica da performance das alternativas para o capacete

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Para oferecer uma experiência mais completa e informativa, o método também gera uma matriz que compara o desempenho das diferentes alternativas entre si. Essa matriz, exibida na figura 22 abaixo, funciona como uma ferramenta visual que organiza as informações de forma clara e estruturada.

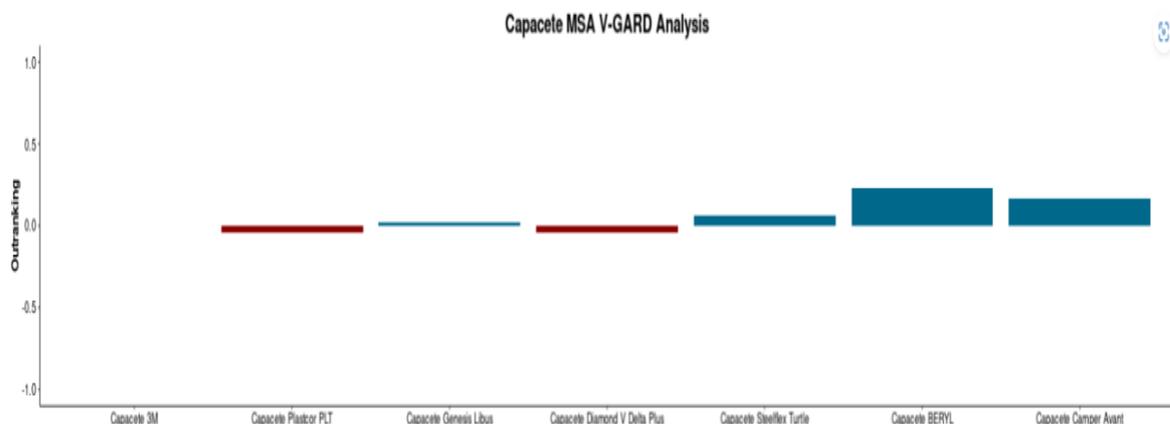
Figura 21 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas do capacete

NA	Capacete MSA V-GARD	Capacete 3M	Capacete Plastcor PLT	Capacete Genesis Libus	Capacete Diamond V Delta Plus	Capacete Steelflex Turtle	Capacete BERYL	Capacete Camper Avant
Capacete MSA V-GARD	0	0	-0.04	0.02	-0.04	0.06	0.23	0.17
Capacete 3M	0	0	-0.08	-0.05	-0.06	0.03	0.28	0.19
Capacete Plastcor PLT	0.04	0.08	0	0.13	0.15	0.17	0.28	0.18
Capacete Genesis Libus	-0.02	0.05	-0.13	0	0	0.11	0.15	0.11
Capacete Diamond V Delta Plus	0.04	0.06	-0.15	0	0	0.06	0.25	0.09
Capacete Steelflex Turtle	-0.06	-0.03	-0.17	-0.11	-0.06	0	0.07	-0.02
Capacete BERYL	-0.23	-0.28	-0.28	-0.15	-0.25	-0.07	0	-0.03
Capacete Camper Avant	-0.17	-0.19	-0.18	-0.11	-0.09	0.02	0.03	0

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Essa matriz permite uma análise mais detalhada das alternativas, fornecendo uma justificativa mais sólida para a escolha final. Os resultados comparativos nela contidos geram Gráficos que ilustram de forma dinâmica o desempenho de cada opção em relação às demais, conforme apresentado abaixo.

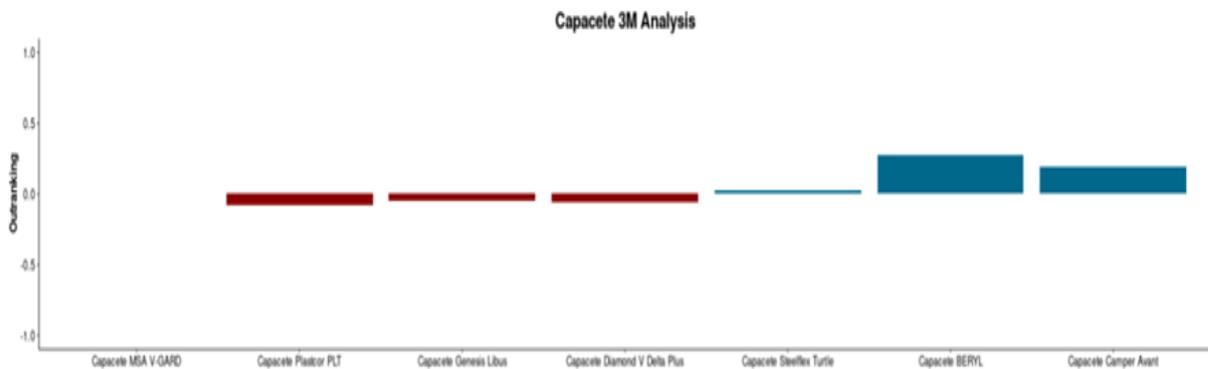
Gráfico 13 - Gráfico de desempenho do MAS V-GARD



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

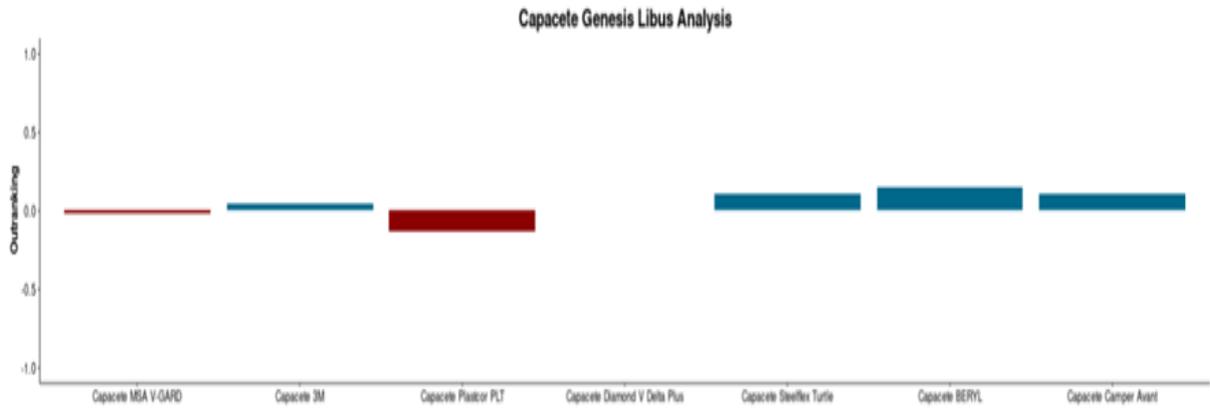
O Gráfico 13 acima mostra o desempenho do capacete, MAS V-GARD em comparação com as outras alternativas avaliadas. A análise dos dados contidos no Gráfico indica que o MAS V-GARD apresentou um desempenho inferior apenas às opções Plastcor PLT e Diamond C Delta Plus. Essa informação sugere que, embora o MAS V-GARD seja uma escolha viável, ele não se destacou tanto quanto essas duas alternativas em relação aos critérios de avaliação considerados. O Gráfico proporciona uma visão clara das diferenças de desempenho, permitindo aos decisores entenderem melhor como o MAS V-GARD se posiciona no contexto das opções disponíveis.

Gráfico 14 - Gráfico de desempenho do 3M



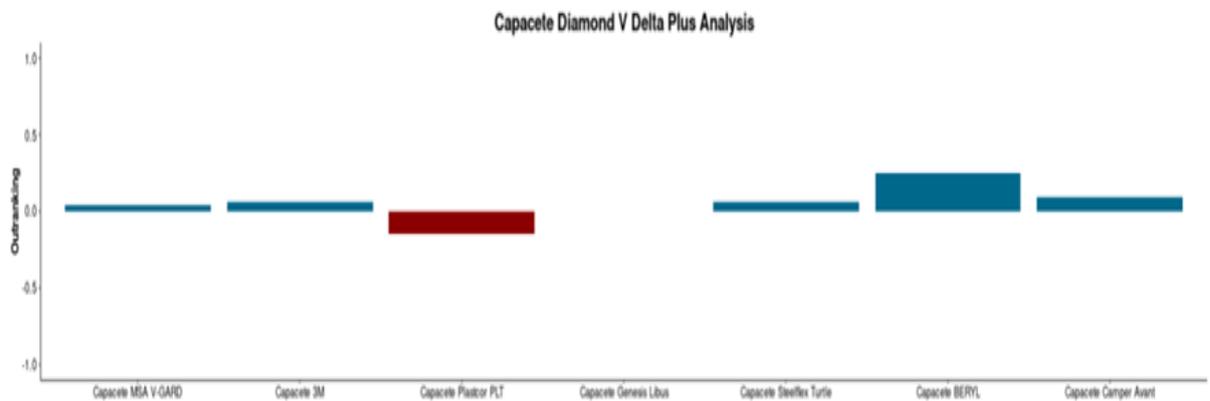
Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Conforme indicado no Gráfico 4, o desempenho do capacete 3M se destaca positivamente em comparação com as alternativas Steelflex Turtle, BERYL e Camper Avant e se mostra equivalente ao MAS V-GARD. No entanto, sua performance é considerada negativa em relação às outras três opções analisadas. Isso implica que o capacete 3M ocupa uma posição mediana no ranking geral, apresentando um desempenho médio em relação às seis alternativas avaliadas. Essa classificação sugere que, embora o capacete 3M seja uma opção respeitável, não se sobressai em comparação com as melhores escolhas do grupo, indicando um equilíbrio entre suas características de proteção e eficácia em relação aos critérios estabelecidos.

Gráfico 15 - Gráfico de desempenho do Genesis Libus

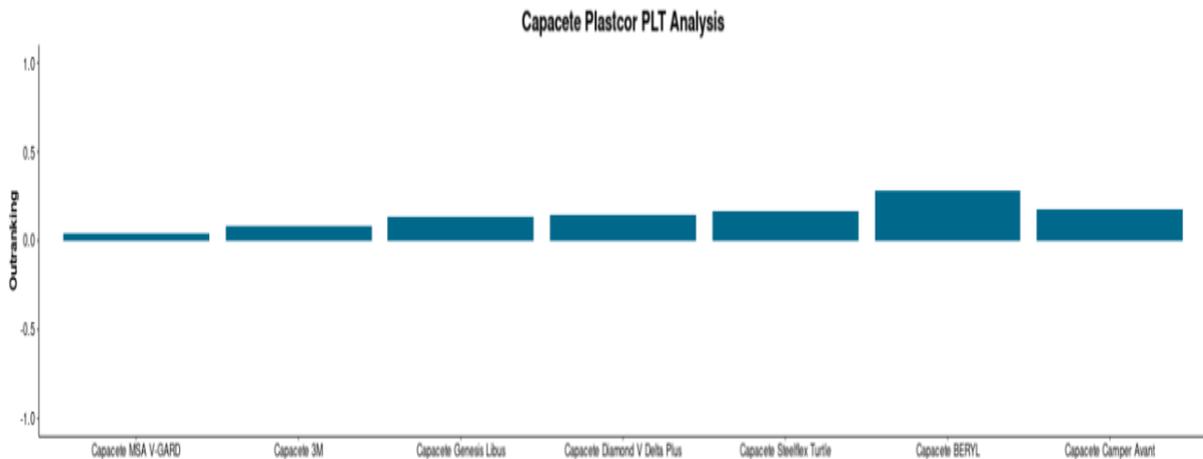
Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

O capacete Genesis Libus demonstrou um desempenho positivo em comparação com quatro das seis alternativas avaliadas, indicando que ele se destaca em diversos critérios em relação a essas opções. No entanto, sua performance foi negativa quando comparada ao MAS V-GARD e ao Plastcor PLT, refletindo uma posição inferior em relação a esses dois modelos.

Gráfico 16 - Gráfico de desempenho do Diamond C Delta Plus

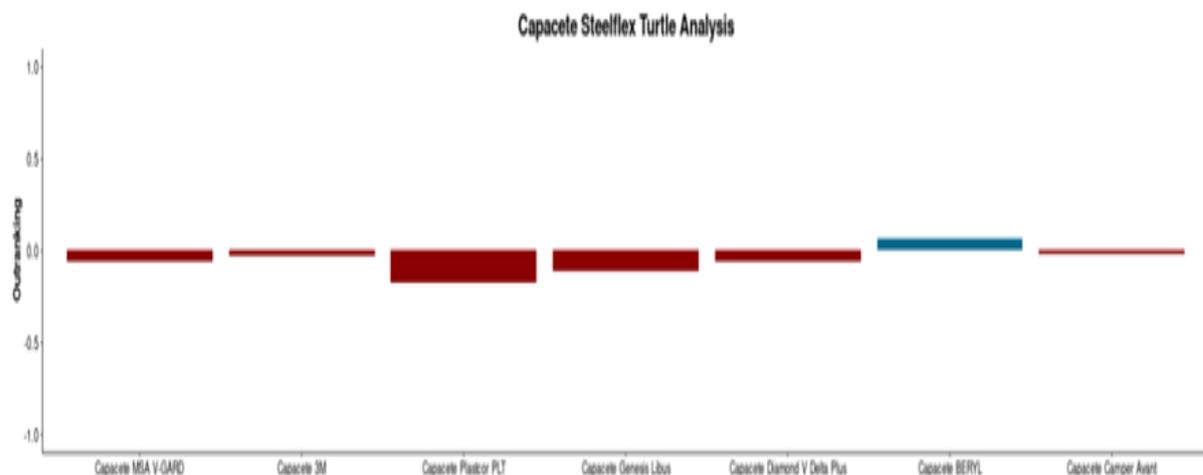
Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A análise do Gráfico 16 acima indica que essa alternativa apresenta um desempenho notável em comparação com a maioria das outras opções avaliadas. Ela se destaca como uma escolha forte, superando várias alternativas em diversos critérios. No entanto, seu desempenho é inferior apenas à opção Plastcor PLT, que se posiciona como a melhor escolha entre as alternativas analisadas. Também é possível observar que seu desempenho foi equiparado ao desempenho do Genesis Libus, indicando sua semelhança quanto aos critérios considerados.

Gráfico 17 - Gráfico de desempenho do Plastcor PLT

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

O Plastcor PLT apresentou um desempenho excepcional em comparação com todas as alternativas avaliadas, como evidenciado no Gráfico 17 acima. Essa análise indica que, em termos de eficácia e nas características relevantes para a proteção, esse capacete se destacou significativamente em relação às demais opções disponíveis. A performance superior do Plastcor PLT sugere que ele atende de maneira eficaz aos critérios de segurança e conforto exigidos em ambientes de trabalho, posicionando-se como a escolha mais confiável para os usuários.

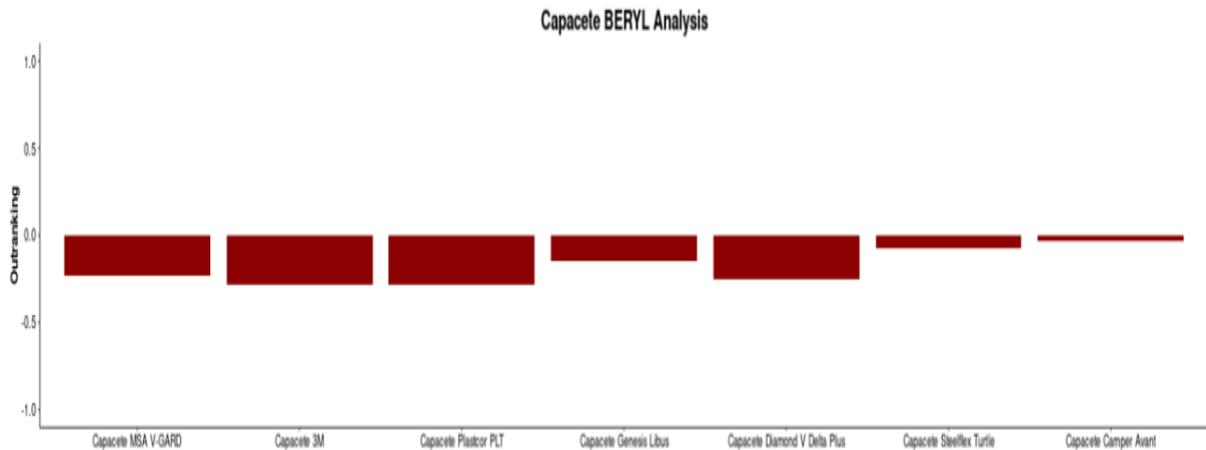
Gráfico 18 - Gráfico de desempenho do Steelflex Turtle

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Na comparação de desempenho, o capacete Steelflex Turtle revelou resultados insatisfatórios em relação à maioria das alternativas avaliadas. Ele se destacou apenas na comparação com o modelo BERYL, indicando que sua eficácia é limitada quando confrontada

com outras opções do mercado. Essa análise sugere que o Steelflex Turtle pode não atender adequadamente aos critérios de segurança e conforto exigidos em ambientes de trabalho, tornando-o uma escolha menos competitiva entre as alternativas disponíveis.

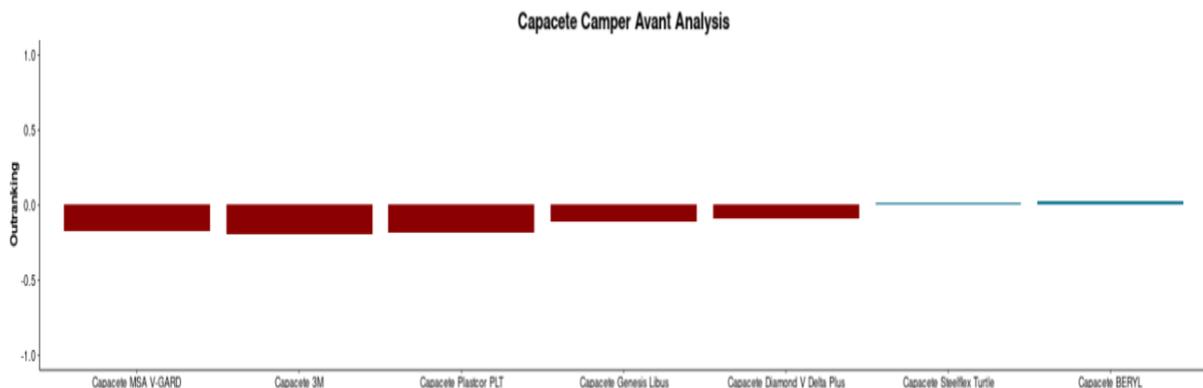
Gráfico 19 - Gráfico de desempenho do BERYL



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A opção BERYL apresentou um desempenho insatisfatório em comparação com todas as alternativas consideradas. Essa análise indica que, em termos de eficácia e das características necessárias para um capacete de segurança, o modelo BERYL não conseguiu atender adequadamente aos critérios estabelecidos. A classificação inferior em relação às demais opções reforça a necessidade de reconsiderar essa escolha, uma vez que os decisores podem se beneficiar de alternativas que ofereçam melhor desempenho e maior segurança para os usuários.

Gráfico 20 - Gráfico de desempenho do Camper Avant



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

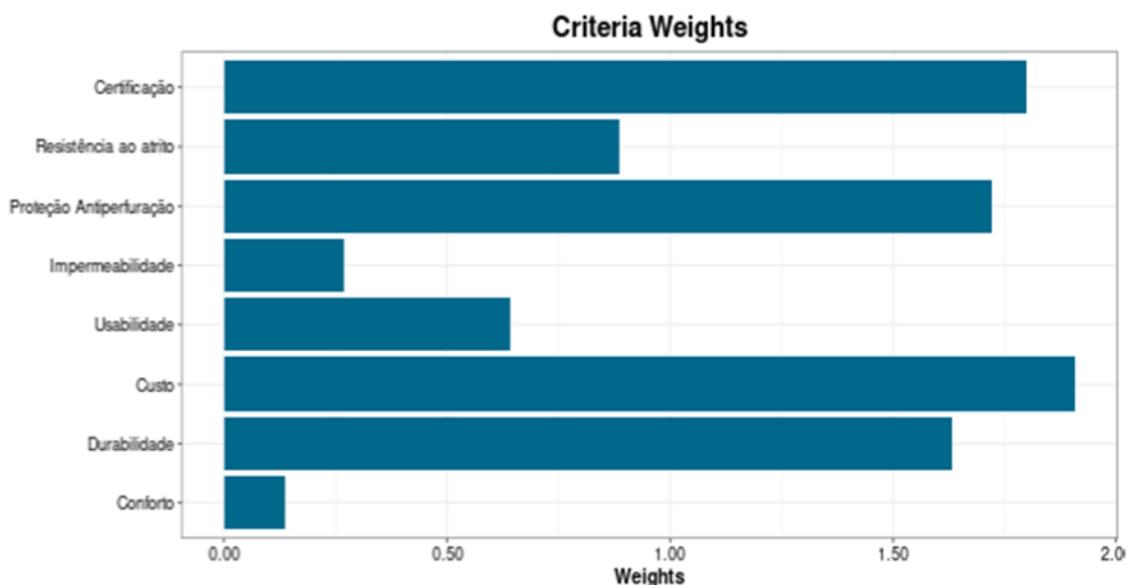
O capacete Camper Avant demonstrou um desempenho inferior em comparação com as demais opções avaliadas, evidenciado pelo fato de que sua performance foi negativa em relação à maioria das alternativas. As limitações dessa alternativa em atender aos requisitos exigidos sugerem que ele pode não ser a opção mais adequada.

4.2.3 Aplicação do método através da plataforma computacional para a bota de segurança

Para a aplicação com relação a bota de segurança o passo a passo foi o mesmo utilizado na aplicação para a luva de vaqueta e para o capacete. Após seguir as etapas iniciais de adicionar os critérios e alternativas e fazer o download da planilha de preenchimento dos decisores, o método gerou os resultados. O Gráfico 21 abaixo ilustra o peso dos critérios relacionados. A análise dos dados revela que o critério "proteção à impacto" recebeu o maior peso, indicando sua importância na avaliação das alternativas. Isso sugere que a proteção dos colaboradores é uma das principais preocupações dos decisores.

Ao critério "custo" também foi atribuído um peso significativo, ressaltando a relevância da viabilidade financeira quanto aos equipamentos analisados. O critério "ajuste" também foi valorizado, embora em menor grau, destacando a necessidade de adequação dos colaboradores aos equipamentos. Essas atribuições de peso são essenciais para assegurar uma decisão bem fundamentada e alinhada aos objetivos estratégicos.

Gráfico 21 – Peso dos critérios para a bota de segurança



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A matriz de desempenho final, apresentada na figura 23 abaixo, fornece uma visão clara e objetiva dos resultados da análise comparativa entre as alternativas avaliadas. Nela, a opção Fujiwara se destacou como a melhor bota de segurança para uso pelos colaboradores nas obras mencionadas anteriormente, alcançando uma pontuação de 0,31. Essa classificação superior não apenas demonstra a eficácia da Fujiwara em atender aos critérios de avaliação estabelecidos, mas também sugere que ela oferece um equilíbrio ideal entre os critérios essenciais para o ambiente de trabalho.

Em segundo lugar, a alternativa Fujiwara HESS, com uma pontuação de 0,30, mostrou-se igualmente competitiva, apresentando características que a tornam uma escolha viável. A diferença mínima de apenas 0,01 ponto em relação à Fujiwara indica que, embora tenha um desempenho ligeiramente inferior, a Fujiwara HESS ainda é uma opção robusta para os trabalhadores.

Na sequência, a opção Bracol Bels obteve uma pontuação de 0,25, consolidando-se como a terceira melhor alternativa, o que sugere que, apesar de não ter se destacado tanto quanto as duas primeiras, ainda oferece um desempenho aceitável e características úteis para a segurança dos colaboradores. A opção Cartom ficou em quarto lugar, com uma pontuação de 0,20, indicando que, embora não seja a melhor escolha, ainda pode ser considerada dependendo das necessidades específicas dos trabalhadores.

As opções restantes — Imbiseg Kadesh (0,19), São Crispim (0,07), Marluvas (0,06) e Elast (0,04) — apresentaram desempenhos inferiores, sendo classificadas em ordem decrescente de eficácia.

Figura 22 – Matriz de desempenho final da bota de segurança

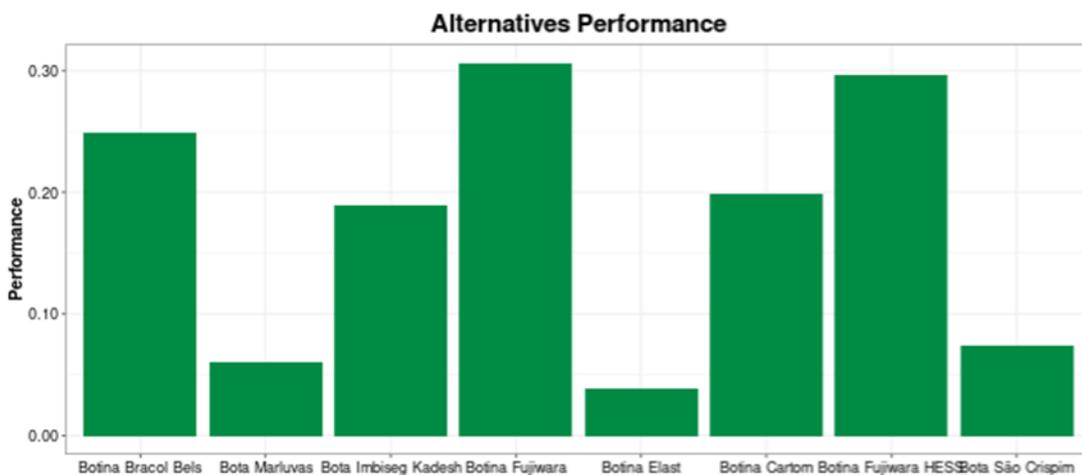
Alternatives	Performance	I	Criteria	Weights
Botina Bracol Bels	0.25		Conforto	0.14
Bota Marluvas	0.06		Durabilidade	1.63
Bota Imbiseg Kadesh	0.19		Custo	1.91
Botina Fujiwara	0.31		Usabilidade	0.64
Botina Elast	0.04		Impermeabilidade	0.27
Botina Cartom	0.20		Proteção Antiperfuração	1.72
Botina Fujiwara HESS	0.30		Resistência ao atrito	0.89
Bota São Crispim	0.07		Certificação	1.80

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

A performance de cada alternativa foi representada de maneira gráfica, como ilustrado no Gráfico 22 abaixo. Essa visualização clara e intuitiva dos resultados possibilita que os decisores identifiquem rapidamente as variações no desempenho entre as diferentes opções avaliadas. Através de barras ou linhas, o Gráfico destaca não apenas a pontuação de cada alternativa, mas também suas respectivas colocações em relação aos critérios estabelecidos na pesquisa.

Essa representação gráfica serve como um complemento valioso aos dados numéricos, permitindo uma análise mais acessível e imediata. Ao transformar números em uma visualização visual, facilita a compreensão das diferenças de eficácia entre as alternativas, possibilitando uma avaliação mais informada. Essa abordagem gráfica torna mais fácil para os decisores reconhecerem rapidamente quais opções se destacam e quais podem não atender adequadamente às expectativas, promovendo assim uma escolha mais consciente e alinhada às necessidades específicas do ambiente de trabalho.

Gráfico 22 - Ilustração gráfica da performance das alternativas para a bota de segurança



Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Para proporcionar uma experiência mais abrangente e informativa, o método também gera uma matriz que compara o desempenho das diversas alternativas entre si. Essa matriz, apresentada na figura 24 abaixo, atua como uma ferramenta visual eficaz que organiza as informações de maneira clara e estruturada, facilitando a compreensão dos resultados.

Figura 23 - Matriz de comparação do desempenho das alternativas da bota de segurança

Result Analysis		Outranking Analysis							
NA	Botina Bracol Bels	Bota Marluvas	Bota Imbiseq Kadesh	Botina Fujiwara	Botina Elast	Botina Cartom	Botina Fujiwara HESS	Bota São Crispim	
Botina Bracol Bels	0	0.24	0.44	-0.16	0.19	0.02	0	0.06	
Bota Marluvas	-0.24	0	0	-0.44	-0.03	-0.14	-0.44	-0.05	
Bota Imbiseq Kadesh	-0.44	0	0	-0.49	0.07	-0.3	-0.49	-0.1	
Botina Fujiwara	0.16	0.44	0.49	0	0.39	0.08	0.05	0.22	
Botina Elast	-0.19	0.03	-0.07	-0.39	0	-0.16	-0.39	-0.05	
Botina Cartom	-0.02	0.14	0.3	-0.08	0.16	0	-0.02	0.2	
Botina Fujiwara HESS	0	0.44	0.49	-0.05	0.39	0.02	0	0.26	
Bota São Crispim	-0.06	0.05	0.1	-0.22	0.05	-0.2	-0.26	0	

Fonte: Construído com os dados da pesquisa (2024)

Além disso, a matriz serve como um registro visual que pode ser revisitado ao longo do tempo, permitindo que as partes interessadas justifiquem suas decisões para outros membros da equipe ou para a alta administração. Essa transparência no processo decisório aumenta a confiança nas escolhas feitas, reforçando a ideia de que a decisão final é resultado de uma análise criteriosa e fundamentada, alinhada aos objetivos estratégicos da organização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo aplicar o método multicritério de apoio à decisão SAPEVO M-NC (*Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers*), para seleção dos EPIs luva de vaqueta, capacete e bota de segurança a serem utilizados em uma empresa do ramo da construção civil.

A problemática identificada na pesquisa decorreu da necessidade de adquirir equipamentos que atendessem de maneira mais eficiente aos requisitos de uso. Observou-se uma alta frequência na utilização e na solicitação de compra de luvas de vaqueta, capacetes e botas de segurança, o que se deve à suas aplicabilidades nas diversas atividades realizadas nas frentes de serviço. Portanto, tornou-se imperativo encontrar equipamentos que oferecessem maior durabilidade e menor custo, atendendo assim às demandas específicas do ambiente de trabalho.

No decorrer do trabalho, a equipe responsável pelas tomadas de decisão foi consultada para realizar a determinação dos critérios importantes e a ordenação da hierarquia, seguindo as etapas definidas no método. Posteriormente foi realizado o levantamento das alternativas, considerando principalmente os fornecedores locais, porém com a dificuldade de encontrar variedades do equipamento foram levantadas alternativas via *web*.

Após a análise dos critérios e das alternativas, foi possível aplicar o método utilizando a plataforma computacional. Para esse processo, foram designados dois decisores: a engenheira de segurança do trabalho, responsável por avaliar aspectos técnicos e de proteção, e a gestora do planejamento, que trouxe uma perspectiva estratégica e de viabilidade financeira.

Os resultados gerados pelo método indicaram que a luva de vaqueta que melhor se adapta aos critérios estabelecidos é a Luveq, o capacete mais adequado é o Plastcor PLT e a bota de segurança que melhor atende aos requisitos propostos é a Fujiwara. Esses EPIs se destacaram significativamente em comparação com a maioria das outras opções avaliadas. Cada EPI selecionado pelo método obteve em particular um desempenho excepcional nos critérios considerados mais relevantes, como custo, durabilidade, proteção e resistência. Isso a torna não apenas uma escolha eficaz em termos de segurança, mas também uma alternativa economicamente viável para a organização.

A aplicação do método SAPEVO-M-NC, por meio da plataforma computacional, desempenhou um papel crucial no processo de tomada de decisão referente à escolha dos EPIs para serem utilizados na construtora. Esse método permitiu uma análise sistemática e criteriosa das opções disponíveis, levando em consideração diversos fatores relevantes.

Além disso, a plataforma facilitou a visualização dos dados e resultados, possibilitando uma comparação clara entre as alternativas. Com isso, a decisão foi embasada em informações objetivas e bem estruturadas, garantindo que a luva, o capacete e a bota de segurança selecionadas atendessem de forma eficiente às necessidades específicas tanto da empresa como dos colaboradores.

REFERÊNCIAS

ANAMT, Associação Nacional de Medicina do Trabalho. **“Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho.** “Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>. Acesso em 28 de janeiro de 2023.

BERTONCINI, C. et al. **Rocesso decisório: a tomada de decisão.** Disponível em: http://waltenomartins.com.br/sad_artigo_Bertoncini_eOutros.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

Botina 026 S/bico Bidensidade Cartom - 44. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/botina-026-s-bico-bidensidade-cartom-44_1570079596>. Acesso em: 18 de set. 2024.

Botina Couro Com Elástico Lateral Bico De Pvc Preta - São Crispim, Tamanho: 43. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/botina-couro-com-elastico-lateral-bico-de-pvc-preta-sao-crispim-tamanho-43_1569932069?utm_source=bing&utm_medium=cpc&msclkid=97d4b6a6711317c530f3d05e2a82676a&utm_campaign=PERF_MKTP_BS_CATG_Todos_Produtos&utm_term=4584345046427065&utm_content=Todos%20os%20produtos>. Acesso em: 18 de set. 2024.

Botina Solado A 41 Bidensidade Bico Pvc Elast 080. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/botina-solado-a-41-bidensidade-bico-pvc-elast-080_1570080128>. Acesso em: 18 de set. 2024.

CAMPOS, A. (2011). Métodos Multicritério na Tomada de Decisão.

COSTA, Marco Antônio. F. Da; COSTA, Maria de Fátima Barrozo Da. Segurança e saúde no trabalho: cidadania, competitividade e produtividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Bookman, 2007.

CUNHA, Wellington. O uso de EPI-Equipamento de proteção individual e a influência na produtividade da empresa. Bauru, SP: Administradores.com, 2006.

DINIZ, Bruno Pereira et al. **Framework Decision-Making Methods Assistant (DMMA) em VBA (v.1) 2024.** 2024.

GARRIDO, R. C., et al. Gestão de Segurança do Trabalho: Uma Abordagem Multicritério. **Revista Brasileira de Segurança e Saúde no Trabalho.** 2019.

GOMES, C. F. S.; SANTOS, M. DOS; TEIXEIRA, L. F. H. DE S. DE B.; SANSEVERINO, A. M.; BARCELOS, M. R. DOS S. SAPEVO-M: A group multicriteria ordinal ranking method. Pesquisa Operacional, v. 40, 2020. Disponível em: <SciELO - Brasil - SAPEVO-M: A GROUP MULTICRITERIA ORDINAL RANKING METHOD SAPEVO-M: A GROUP MULTICRITERIA ORDINAL RANKING METHOD>. Acesso em: 14 de ago. 2024.

GOMES, Carlos Francisco Simões e colab. SAPEVO-M a group multicriteria ordinal ranking method. **Pesquisa Operacional**, v. 40, p. 1–20, 2020.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. 6 o ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, LFAM e GOMES, Carlos Francisco Simões. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, Ligia Bianchi. **Segurança e Medicina no Trabalho**. Vania Massambani Corazza daCruz. São Paulo: Cenofisco, 2009.

GROHMANN, Márcia Zampieri. **Segurança no Trabalho Através do Uso de EPI's: Estudo de Caso Realizado na Construção Civil de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria - RioGrandedo Sul, 2005.

HERDADE, G.; LIMA, M. **Bota de Segurança: como escolher o modelo ideal**. **Blog do Max Gustavo Herdade**, 15 abr. 2024. Disponível em: <<https://blog.obramax.com.br/max-ensina/bota-de-seguranca-como-escolher-o-modelo-ideal/>>. Acesso em: 14 de set. 2024.

LIMA JUNIOR, J. **Gestão de Riscos em Projetos de Construção**. Engenharia Civil. 2013.

Luva Vaqueta Petroleira Cano Curto - Incompel. Disponível em: <<https://slepi.com.br/produto/luva-vaqueta-petroleira-cano-curto-incompel/>>. Acesso em: 30 de ago. 2024.

MAÊDA, S. M. DO N.; COSTA, I. P. DE A.; MOTA, I. S. DA; SANTOS, M. DOS; GOMES, C. F. S. Avaliação econômica e edafoclimática de regiões brasileiras para o plantio de mogno africano - uma abordagem pelos métodos ordinais: ARGUS E SAPEVO-M-NC. **Revista SIMEP**, p. 1–15, maio 2021c. Disponível em: <<https://revista.simep.com.br/index.php/simep>>. Acesso em: 16 de ago. 2024.

MAÊDA, S. M. DO N.; COSTA, I. P. DE A.; SANTOS, M. DOS; GOMES, C. F. S. Uma revisão sistemática dos métodos multicritério ordinais. **XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP**. 2021b.

MAÊDA, S. M. DO N.; MOREIRA, M. Â. L.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, M. DOS. SAPEVO-M-NC Web (v.1). , 2021. Disponível em: <https://sapevo.shinyapps.io/sapevo-m-nc_web/>. Acesso em: 20 de ago. 2024.

MAÊDA. SAPEVO-M-NC: Desenvolvimento do modelo axiomático e implementação computacional de uma ferramenta para o apoio à tomada de decisão - uma aplicação na seleção de veículos autônomos submarinos para a marinha do Brasil. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff;handle/bitstream/handle/1/30426/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20FINAL%20DE%20S%C3%89RGIO%20MITIHIRO.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

MENDONÇA, A. **Métodos de Apoio à Decisão em Contextos Multicritério**. 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 06–Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 18–Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA-MTP. NR 6: equipamentos de proteção individual – EPI. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/ptbr/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-notrabalho/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 30 de ago. 2024.

MORAES, F. **Luva vaqueta: uso e características**. Disponível em: <https://fixaferramentas.com.br/luva-vaqueta/>. Acesso em: 14 de set. 2024.

MTP, Ministério do Trabalho e Previdência. “Norma Regulamentadora No. 18 (NR-18”. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em 02 de set. 2023.

O que é: Bota de segurança na Construção Civil? Disponível em: <https://dfconstrucao.com.br/glossario/o-que-e-bota-de-seguranca-na-construcao-civil/>. Acesso em: 14 de set. 2024.

PEREIRA, Daniel Augusto de Moura; DINIZ, Bruno Pereira. **Engenharia de Segurança do Trabalho: Abordagem multicritério de tomada de decisão em casos reais**. 1. ed. BANM Editora, 2024.

SILVA, Marcos Pinheiro Barroso da. Ambientes severos na construção de obras civis industriais. 2009. Monografia. UFS, São Cristóvão. Disponível em: <http://www.skynet.eng.br/projetos/dec/tcc/12855932764823.pdf>. Acesso em: 14 de set. 2024.

SMARTLAB. Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho. Notificações de Acidentes de Trabalho. 2020. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em: 14 de set. 2024.

SOBRAPO. O que é Pesquisa Operacional? Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional - SOBRAPO, 2020. Disponível em: <https://sobrapo.org.br/#:~:text=Desenvolvimento%20da%20Pesquisa%20Operacional%20com%20m%C3%A9todos>. Acesso em: 22 de ago. 2024.

SUPER, E. P. I. **Bota de Segurança Imbiseg Kadesh Sem Bico CA 17015**. Disponível em: <https://www.superepi.com.br/bota-de-seguranca-imbiseg-kadesh-sem-bico-ca-17015-p1068589>. Acesso em: 18 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Bota de Segurança Marluvas Vulcaflex Bico de Pvc CA 43377**. Disponível em: <https://www.superepi.com.br/bota-seguranca-marluvas-vulcaflex-bico-de-pvc-ca-43377-p1046901>. Acesso em: 18 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Botina com Bico de PVC Fujiwara USafe 4098USES4600US CA 48413**. Disponível em: <https://www.superepi.com.br/botina-com-bico-de-pvc-fujiwara-usafe-ca-32807-p1046825>. Acesso em: 18 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Botina de Segurança Bracol Bels 4045BELS2400LL Com Bico de Aço CA 25687**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/botina-de-seguranca-bracol-4045bels2400ll-com-bico-de-aco-ca-25687-p1069083>>. Acesso em: 18 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Botina de Segurança Fujiwara com Bico PVC HESS 4065HESS4600FX Dorso Acolchoado CA 42167**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/botina-fujiwara-com-bico-pvc-hess-ca-42167-p1047574>>. Acesso em: 18 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete 3M Com Ajuste Fácil H-700 CA 29638**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-3m-com-ajuste-facil-h-700-ca-29638--p1048065>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete Baseball Diamond V Delta Plus Com Refletivo e Botão de Fácil Ajuste CA 39041**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-baseball-diamond-v-delta-plus-ca-39041-p1047905>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete de Proteção Plastcor PLT Classe B Com Suspensão CA 31469**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-de-seguranca-classe-b-com-suspensao-plastcor-plt-p1055408>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete de segurança Camper Avant com Suspensão 4 Pontos e Regulagem de Altura CA 34414**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-de-seguranca-camper-avant-com-suspensao-4-pontos-e-regulagem-de-altura-ca-34414-p1064281>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete de Segurança Delta Plus BERYL Classe B Com Suspensão 6 Pontos CA 29792**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-de-seguranca-delta-plus-beryl-classe-b-com-suspensao-6-pontos-ca-29792-p1055279>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete de Segurança Genesis Libus com Suspensão Textil Catraca e Jugular CA 36099**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-de-seguranca-genesis-libus-com-suspensao-catraca-e-jugular-ca-36099-p1048140>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete de Segurança Steelflex Turtle Com Jugular e Catraca CA 35983**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-de-seguranca-steelflex-turtle-com-jugular-e-catraca-ca-35983-p1047409>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Capacete MSA V-GARD Completo Com Suspensão Push Key e Jugular Classe B CA 498**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/capacete-msa-v-gard-completo-com-suspensao-e-jugular-classe-b-ca-498-p1065569>>. Acesso em: 20 de set. 2024.

SUPER, E. P. I. **Luva de Raspa Total Zanel RR-26CR Punho Curto Com Reforço Interno CA 16074**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/luva-de-raspa-total-zanel-rr-26cr-punho-curto-com-reforco-interno-ca-16074-p1063530>>. Acesso em: 30 ago. 2024b.

SUPER, E. P. I. **Luva Mista Raspa com Vaqueta Curta CA 26742**. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/luva-mista-raspa-com-vaqueta-curta-ca-26742-p1051245>>. Acesso em: 30 de ago. 2024c.

SUPER, E. P. I. Luva Petroleira de Vaqueta Total Zanel Com Reforço Linha Premium VT-27CR CA 16072. Disponível em: <https://www.superepi.com.br/luva-petroleira-de-vaqueta-total-zanel-com-reforco-linha-premium-vt-26cr-ca-16072-p1056240?tsid=16&msclkid=52cb86dab2a11db8de9de00b4a5b9481&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=PMax%3A%20AI%20-%20Luv%20-%20Brasil%20%5Bexceto%20Norte%5D&utm_term=2325741971132507&utm_content=Luv%20>. Acesso em: 30 ago. 2024.

TEODORO. O EPI na Construção Civil: Saiba tudo sobre. Disponível em: <<https://onsafety.com.br/o-epi-na-construcao-civil-saiba-tudo-sobre/>>. Acesso em: 06 ago. 2024.