



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

**BRUNO PEREIRA DINIZ**

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE MAQUINÁRIOS:  
UM ESTUDO DE CASO NO ABATEDOURO PÚBLICO DE SUMÉ-PB  
UTILIZANDO OS MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO  
MOMENTUM, MPSI E WASPAS**

**SUMÉ – PB  
2024**

**BRUNO PEREIRA DINIZ**

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE MAQUINÁRIOS:  
UM ESTUDO DE CASO NO ABATEDOURO PÚBLICO DE SUMÉ-PB  
UTILIZANDO OS MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO  
MOMENTUM, MPSI E WASPAS**

**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 Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientador: Dr. Daniel Augusto de Moura Pereira**

**SUMÉ – PB  
2024**



D585a   Diniz, Bruno Pereira.

Abordagem para seleção de maquinários: um estudo de caso no Abatedouro Público de Sumé - PB utilizando os métodos de tomada de decisão MOMENTUM, MPSI e Waspas. / Bruno Pereira Diniz. - 2024.

116f.

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. Tomada de decisão - métodos. 2. Maquinários - seleção. 3. Abatedouro Público - Sumé - PB. 4. Modified Preference Selection Index - MPSI. 5. Weighted Aggregated Sum Product Assessment - WASPAS. 6. Unified Method for Forward-Looking Strategic Planning - MOMENTUM. 7. Engenharia de Produção. 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

**BRUNO PEREIRA DINIZ**

**ABORDAGEM PARA SELEÇÃO DE MAQUINÁRIOS:  
UM ESTUDO DE CASO NO ABATEDOURO PÚBLICO DE SUMÉ-PB  
UTILIZANDO OS MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO  
MOMENTUM, MPSI E WASPAS**

**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 Bacharel em Engenharia de Produção.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

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

---

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

---

**Professora Dr<sup>a</sup>. Ana Mary da Silva  
Examinadora II – UAEB/UFCG-CDSA**

---

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

**Trabalho aprovado em: 26 de setembro de 2024.**

**SUMÉ – PB**

Dedico este trabalho a Deus, por me guiar, dar forças e iluminar meu caminho durante essa jornada. Sua presença constante foi essencial para que eu enfrentasse os desafios e alcançasse esta importante conquista. E aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram incondicionalmente, oferecendo amor, carinho e orientação em todos os momentos. Sem o apoio de vocês, esta vitória não seria possível. Sou eternamente grato por tudo que fizeram e fazem por mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e resiliência para superar cada desafio ao longo dessa jornada. Ele me guiou nos momentos de incerteza e me trouxe serenidade nas dificuldades. Sem sua graça e bênçãos, essa conquista não seria possível.

Aos meus pais, Maria Cristiane Pereira Diniz e Josinaldo da Costa Diniz, minha eterna gratidão pelo amor, paciência e apoio incondicional em todos os momentos. Vocês sempre acreditaram em mim e estiveram ao meu lado, oferecendo os valores e a motivação que me permitiram chegar até aqui. Tudo o que sou e conquistei é reflexo do esforço e dedicação de vocês. À minha família, pelo apoio constante em todas as idas e vindas, pela confiança e carinho depositados em mim. Aos meus avós, Maria Raimunda de Souza Pereira, Terezinha da Costa Diniz, João Bosco Diniz e Severino do Ramo Pereira (*in memoriam*), que sempre acreditaram no meu potencial e me acolheram com tanto afeto.

Ao meu professor, orientador e amigo, Daniel Augusto de Moura Pereira, pela orientação, pelas oportunidades de aprendizado, pelo apoio, confiança e amizade ao longo da graduação, do estágio, do SIMEP e de todas as demais atividades que foram fundamentais para o meu desenvolvimento profissional, acadêmico e pessoal.

Às pessoas incríveis, em especial Paloma Nunes, Mateus José Silva, Ariadne Guerra e Karla Isabelle Sousa, com as quais tive a honra de compartilhar essa jornada, minha gratidão por cada momento de aprendizado, risadas e superação. Também a Amanda Paiva, Denny Xavier, Mariana Paiva e Vinícius Almeida, nossas experiências vividas ao longo desses anos serão lembranças para toda a vida. Aos meus parceiros de laboratório, João Neto, Guilherme Araújo, Jamily Santos, Vitória Santos, Rhuan Silva, Diogo Sebastião, Nilton Fernandes e Jordan Barbosa, que estiveram comigo nas longas horas de estudo e brincadeiras, meu sincero agradecimento pelo trabalho em equipe, pelo apoio mútuo e pela determinação. Ao meu amigo de curso e de longa data, José Eduardo Santos, que me acompanhou desde o início dessa jornada, meu profundo agradecimento pela amizade.

Agradeço a todos os professores e técnicos que contribuíram para a minha trajetória acadêmica na UFCG/CDSA, com destaque especial aos professores Yuri Laio Silva, Ana Mary Silva, Rômulo Augusto Silva, Hugo Morais de Alcântara, Maria do Socorro Silva, José George Medeiros, Aldinete Barreto Anastácio, Patrício José Felix, John Elton Cunha, Maria Creuza Araújo, Adriano Barros, Franklin Ferreira Nobrega e Josean Lima Júnior.

“Se alguém lhe disser que nunca irá conseguir, apenas diga: Se eu errar, aprendo, mas se eu acertar, te ensino.”

Silvio Santos (1930 – 2024)

## RESUMO

As máquinas utilizadas em abatedouros públicos operam garantindo o cumprimento de normas sanitárias e de bem-estar animal. A tomada de decisão na gestão dessas máquinas envolve a seleção adequada dos equipamentos com base em critérios e alternativas bem fundamentadas. Decisões informadas, orientadas por dados, permitem otimizar o uso das máquinas, reduzir custos operacionais e minimizar o impacto ambiental, além de assegurar a continuidade das operações e a qualidade dos produtos finais. O presente trabalho tem como objetivo auxiliar os responsáveis pelo abatedouro público de Sumé na escolha dos maquinários necessários para a realização dos abates de animais dos criadores locais, aplicando os métodos *Modified Preference Selection Index* (MPSI) e *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS). Esses métodos consideram critérios de decisão que determinarão a melhor escolha por meio da comparação entre os diferentes tipos de máquinas em análise. O Método MPSI foi utilizado para gerar o peso dos critérios, enquanto o Método WASPAS foi empregado na ordenação das alternativas. Além disso, foi utilizado o Método *Unified Method for Forward-Looking Strategic Planning* (MOMENTUM) para construir cenários prospectivos para abatedouros públicos, reforçando a robustez das aplicações dos métodos mencionados anteriormente. Os resultados obtidos após a modelagem dos métodos indicaram um conjunto de maquinários como as alternativas mais favoráveis para o cenário em estudo.

**Palavras-Chave:** Maquinários; Abatedouro Público; MOMENTUM; MPSI; WASPAS.



## **ABSTRACT**

Machines used in public slaughterhouses operate in compliance with health and animal welfare standards. Decision-making in the management of these machines involves the appropriate selection of equipment based on well-founded criteria and alternatives. Informed, data-driven decisions allow for the optimization of machine use, reduction of operating costs, and minimization of environmental impact, in addition to ensuring the continuity of operations and the quality of final products. This study aims to assist those responsible for the public slaughterhouse in Sumé in choosing the machinery necessary to slaughter animals from local breeders, applying the Modified Preference Selection Index (MPSI) and Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) methods. These methods consider decision criteria that will determine the best choice by comparing the different types of machines under analysis. The MPSI method was used to generate the weight of the criteria, while the WASPAS method was used to rank the alternatives. In addition, the Unified Method for Forward-Looking Strategic Planning (MOMENTUM) was used to construct prospective scenarios for public slaughterhouses, reinforcing the robustness of the applications of the methods mentioned above. The results obtained after modeling the methods indicated a set of machinery as the most favorable alternatives for the scenario under study.

**Keywords:** Machinery; Public Slaughterhouse; MOMENTUM; MPSI; WASPAS.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Estrutura do Trabalho.....	<b>24</b>
<b>Figura 2</b> – Fases do Processo de Abate .....	<b>32</b>
<b>Figura 3</b> – Fases de um Processo Decisório .....	<b>38</b>
<b>Figura 4</b> – Algumas Subáreas da Pesquisa Operacional .....	<b>39</b>
<b>Figura 5</b> – Interações entre os Atores no Processo Decisório .....	<b>41</b>
<b>Figura 6</b> – Fluxograma para Escolha de Métodos de Tomada de Decisão .....	<b>49</b>
<b>Figura 7</b> – Fluxograma Metodológico Utilizado na Pesquisa .....	<b>55</b>
<b>Figura 8</b> – Seleção do Método de Análise de Decisão Multicritério.....	<b>56</b>
<b>Figura 9</b> – Fluxograma da Descrição do Problema .....	<b>58</b>
<b>Figura 10</b> – Gráfico com as Relações entre as Variáveis .....	<b>62</b>
<b>Figura 11</b> – Insensibilizador Pneumático – Jarvis – USSS-21 .....	<b>68</b>
<b>Figura 12</b> – Insensibilizador Pneumático – Brasil Frigo – ABP-C .....	<b>68</b>
<b>Figura 13</b> – Insensibilizador Pneumático – Dal Pino – ATP-01 .....	<b>69</b>
<b>Figura 14</b> – Insensibilizador Pneumático – Zana Traumagado .....	<b>69</b>
<b>Figura 15</b> – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Ki Junta – KJCPM.....	<b>70</b>
<b>Figura 16</b> – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Emofrigo – FAM 4 .....	<b>70</b>
<b>Figura 17</b> – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Dal Pino – DP1 .....	<b>70</b>
<b>Figura 18</b> – Serra Elétrica de Fita – Jarvis – Buster IX.....	<b>71</b>
<b>Figura 19</b> – Serra Elétrica de Fita – Kentmaster – BM-V-SDB.....	<b>71</b>
<b>Figura 20</b> – Serra Elétrica de Fita – General – Slim Line .....	<b>71</b>
<b>Figura 21</b> – Serra Elétrica de Fita – Dal Pino – SFU-X.....	<b>71</b>
<b>Figura 22</b> – Serra Elétrica de Fita – NJHW – 01.....	<b>72</b>
<b>Figura 23</b> – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Ki Junta – KJP .....	<b>72</b>
<b>Figura 24</b> – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Jarvis – MG-1BFQ.....	<b>72</b>
<b>Figura 25</b> – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Kentmaster HBB-II.....	<b>73</b>
<b>Figura 26</b> – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Dal Pino – SP1 .....	<b>73</b>
<b>Figura 27</b> – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – General – Briket 4.0.....	<b>73</b>
<b>Figura 28</b> – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Ki Junta – KJCH .....	<b>74</b>
<b>Figura 29</b> – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Jarvis – EBS-1H.....	<b>74</b>
<b>Figura 30</b> – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Emofrigo – FAM 5 .....	<b>74</b>
<b>Figura 31</b> – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Dal Pino – SCH1.....	<b>74</b>
<b>Figura 32</b> – Serra Elétrica Circular – Jarvis – ECS-1.....	<b>75</b>
<b>Figura 33</b> – Serra Elétrica Circular – Dal Pino – SC3L .....	<b>75</b>

<b>Figura 34</b> – Serra Elétrica Circular – Kentmaster – Primal Beef.....	<b>76</b>
<b>Figura 35</b> – Serra Elétrica Circular – Emofrigo – FAM 7.....	<b>76</b>
<b>Figura 36</b> – Alicates para Mocotó de Bovinos – Jarvis – 30CL-1.....	<b>77</b>
<b>Figura 37</b> – Tesoura para Mocotó de Bovinos – General – Procut 4.0.....	<b>77</b>
<b>Figura 38</b> – Tesoura para Mocotó de Bovinos – Dal Pino – TCHM-4.....	<b>77</b>
<b>Figura 39</b> – Tesoura para Mocotó de Bovinos – Kentmaster – AHC-1.....	<b>77</b>
<b>Figura 40</b> – Efoladora Pneumática – Jarvis – JC-III A.....	<b>78</b>
<b>Figura 41</b> – Efoladora Pneumática – Jarvis – JC-IV A.....	<b>78</b>
<b>Figura 42</b> – Efoladora Pneumática – Kentmaster – Turbo-III-A.....	<b>78</b>
<b>Figura 43</b> – Efoladora Pneumática – Kentmaster – Turbo-III-B.....	<b>78</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Matriz de Decisão do Insensibilizador Pneumático.....	<b>79</b>
<b>Tabela 2</b> – Matriz de Decisão Normalizada do Insensibilizador Pneumático .....	<b>79</b>
<b>Tabela 3</b> – Matriz das Variáveis Calculadas do Insensibilizador Pneumático .....	<b>80</b>
<b>Tabela 4</b> – Matriz de Decisão da Serra Elétrica para Corte de Carcaça .....	<b>80</b>
<b>Tabela 5</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Carcaça .....	<b>80</b>
<b>Tabela 6</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica para Corte de Carcaça .....	<b>81</b>
<b>Tabela 7</b> – Matriz de Decisão da Serra Elétrica de Fita .....	<b>81</b>
<b>Tabela 8</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Fita.....	<b>82</b>
<b>Tabela 9</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica de Fita.....	<b>82</b>
<b>Tabela 10</b> – Matriz de Decisão da Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	<b>82</b>
<b>Tabela 11</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Peito para Bovinos.....	<b>83</b>
<b>Tabela 12</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica de Peito para Bovinos.....	<b>83</b>
<b>Tabela 13</b> – Matriz de Decisão da Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	<b>84</b>
<b>Tabela 14</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	<b>84</b>
<b>Tabela 15</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica para Corte de Chifres.....	<b>84</b>
<b>Tabela 16</b> – Matriz de Decisão da Serra Elétrica Circular .....	<b>85</b>
<b>Tabela 17</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica Circular.....	<b>85</b>
<b>Tabela 18</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica Circular.....	<b>85</b>
<b>Tabela 19</b> – Matriz de Decisão do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos.....	<b>86</b>
<b>Tabela 20</b> – Matriz de Decisão Normalizada do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos .....	<b>86</b>
<b>Tabela 21</b> – Matriz das Variáveis Calculadas do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos .....	<b>87</b>
<b>Tabela 22</b> – Matriz de Decisão da Esfoladora Pneumática .....	<b>87</b>
<b>Tabela 23</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Esfoladora Pneumática.....	<b>87</b>
<b>Tabela 24</b> – Matriz das Variáveis Calculadas da Esfoladora Pneumática.....	<b>88</b>
<b>Tabela 25</b> – Matriz Normalizada do Insensibilizador Pneumático.....	<b>89</b>
<b>Tabela 26</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM do Insensibilizador Pneumático .....	<b>89</b>
<b>Tabela 27</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM do Insensibilizador Pneumático .....	<b>89</b>
<b>Tabela 28</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 do Insensibilizador Pneumático .....	<b>89</b>
<b>Tabela 29</b> – Matriz Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Carcaça .....	<b>90</b>

<b>Tabela 30</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica para Corte de Carçaça.....	<b>90</b>
<b>Tabela 31</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica para Corte de Carçaça.....	<b>90</b>
<b>Tabela 32</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica para Corte de Carçaça.....	<b>91</b>
<b>Tabela 33</b> – Matriz Normalizada da Serra Elétrica de Fita .....	<b>91</b>
<b>Tabela 34</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica de Fita.....	<b>92</b>
<b>Tabela 35</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Fita.....	<b>92</b>
<b>Tabela 36</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica de Fita .....	<b>92</b>
<b>Tabela 37</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Peito para Bovinos.....	<b>93</b>
<b>Tabela 38</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	<b>93</b>
<b>Tabela 39</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	<b>94</b>
<b>Tabela 40</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica de Peito para Bovinos.....	<b>94</b>
<b>Tabela 41</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	<b>95</b>
<b>Tabela 42</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica para Corte de Chifres.....	<b>95</b>
<b>Tabela 43</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica para Corte de Chifres.....	<b>95</b>
<b>Tabela 44</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica para Corte de Chifres.....	<b>95</b>
<b>Tabela 45</b> – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica Circular.....	<b>96</b>
<b>Tabela 46</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica Circular .....	<b>97</b>
<b>Tabela 47</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica Circular .....	<b>97</b>
<b>Tabela 48</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica Circular .....	<b>97</b>
<b>Tabela 49</b> – Matriz Normalizada do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos.....	<b>98</b>
<b>Tabela 50</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica de Fita.....	<b>98</b>
<b>Tabela 51</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Fita.....	<b>98</b>
<b>Tabela 52</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Serra Elétrica Circular .....	<b>98</b>
<b>Tabela 53</b> – Matriz Normalizada da Esfoladora Pneumática .....	<b>99</b>
<b>Tabela 54</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Esfoladora Pneumática .....	<b>99</b>
<b>Tabela 55</b> – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Esfoladora Pneumática .....	<b>100</b>
<b>Tabela 56</b> – Valores de Q com $\lambda$ entre 0 e 1 da Esfoladora Pneumática .....	<b>100</b>
<b>Tabela 57</b> – Conjunto de Maquinários Favoráveis .....	<b>101</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Principais Atores dos Abatedouros Públicos .....	<b>60</b>
<b>Quadro 2</b> – Análise SWOT dos Abatedouros Públicos .....	<b>61</b>

## LISTA DE MATRIZES

<b>Matriz 1</b> – Matriz de Impacto Cruzado dos Abatedouros Públicos.....	<b>62</b>
<b>Matriz 2</b> – Dados Históricos dos Indicadores .....	<b>63</b>
<b>Matriz 3</b> – Correlação de Pearson .....	<b>64</b>
<b>Matriz 4</b> – Cenários Pessimista, Realista e Otimista.....	<b>66</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
<b>AHP-Gaussiano</b>	<i>Analytic Hierarchy Process – Gaussian</i>
<b>AHP-TOPSIS-2N</b>	<i>Analytic Hierarchy Process – Technique for Order Preferences by Similarity to the Ideal Solution – Two Normalizations</i>
<b>AMD</b>	Apoio Multicritério à Decisão
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>CNA</b>	Confederação da Agricultura e Pecuária
<b>CoCoSo</b>	<i>Combined Compromise Solution</i>
<b>CRITIC</b>	<i>CRITeria Importance Through Intercriteria Correlation</i>
<b>DEA</b>	<i>Data Envelopment Analysis</i>
<b>DEMATEL</b>	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
<b>DMMA</b>	<i>Decision-Making Methods Assistant</i>
<b>ELECTRE</b>	<i>Elimination and Choice Translating Reality for Enrichment Evaluation</i>
<b>ELECTRE-Mor</b>	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal</i>
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>FITradeoff</b>	<i>Flexible and Interactive Tradeoff</i>
<b>GTA</b>	Guia de Trânsito Animal
<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>MABAC</b>	<i>Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison</i>
<b>MACBETH</b>	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MARA</b>	<i>Magnitude of the Area for the Ranking of Alternatives</i>
<b>MAUT</b>	<i>Multiple Attribute Utility Theory</i>
<b>MCDA</b>	Métodos de Apoio Multicritério à Decisão
<b>MEREC</b>	<i>Method Based on the Removal Effects of Criteria</i>
<b>MOMENTUM</b>	<i>Unified Method for Forward-Looking Strategic Planning</i>
<b>MOORA</b>	<i>Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis</i>
<b>MPSI</b>	<i>Modified Preference Selection Index</i>
<b>PO</b>	Pesquisa Operacional
<b>PROMETHEE</b>	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>
<b>PrOPPAGA</b>	<i>Presumption of Gaussian Attitude of Alternatives</i>
<b>PSI</b>	Índice de Seleção de Preferência



<b>RAFSI</b>	<i>Ranking Of Alternatives Through Functional Mapping Of Criterion Sub- Intervals Into A Single Interval</i>
<b>S.W.O.T-D.M.S</b>	<i>Strengths Weaknesses Opportunities Threats – Decision Making System</i>
<b>SAPEVO-M</b>	<i>Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers</i>
<b>SAPEVO-M-NC</b>	<i>Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers</i>
<b>SMART</b>	<i>Simple Multi Criteria Attribute Rating Technique</i>
<b>SPOTIS</b>	<i>Stable Preference Ordering Towards Ideal Solution</i>
<b>SWARA</b>	<i>Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis</i>
<b>SWOT</b>	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats</i>
<b>THOR</b>	<i>AlgoriTmo Híbrido de ApoiO Multicritério</i>
<b>TOPSIS</b>	<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
<b>UEN</b>	<i>Unidades Estratégicas de Negócio</i>
<b>VIKOR</b>	<i>Višekriterijska Optimizacija Kompromisno Rješenje</i>
<b>WASPAS</b>	<i>Weighted Aggregated Sum Product Assessment</i>
<b>WISP</b>	<i>Simple Weighted Sum Product Method</i>
<b>WPM</b>	<i>Weighted Product Model</i>
<b>WSM</b>	<i>Weighted Sum Model</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
1.1 OBJETIVOS .....	23
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>23</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	23
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO .....	24
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
2.1 SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS .....	26
2.2 CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA NO BRASIL .....	27
2.3 ABATEDOUROS PÚBLICOS .....	28
2.4 ETAPAS DO PROCESSO DE ABATE EM ABATEDOUROS PÚBLICOS.....	29
2.5 ESPECIFICAÇÕES DOS MAQUINÁRIOS PARA ABATEDOURO PÚBLICOS .....	32
2.6 CENÁRIOS PROSPECTIVOS .....	34
2.7 MÉTODO MOMENTUM .....	35
2.8 PESQUISA OPERACIONAL .....	36
2.9 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO .....	40
<b>2.9.1 Atores no Processo Decisório .....</b>	<b>40</b>
<b>2.9.2 Tipos de Problemáticas de Avaliação .....</b>	<b>42</b>
<b>2.9.3 Análise de Sensibilidade.....</b>	<b>42</b>
2.10 MÉTODOS DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO .....	43
2.11 APLICAÇÕES DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO EM PROBLEMAS AGROINDUSTRIAIS .....	45
2.12 ESCOLHA DE MÉTODOS PARA PROBLEMAS MULTICRITÉRIO.....	48
2.13 MÉTODO MPSI.....	52
2.14 MÉTODO WASPAS .....	53
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>55</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	55
<b>4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>57</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>60</b>
5.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO MOMENTUM .....	60
<b>5.1.1 Definição de Atores Relevantes e Análise SWOT .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.2 Incertezas e Variáveis Relevantes.....</b>	<b>61</b>
<b>5.1.3 Definição dos Indicadores-Chave .....</b>	<b>63</b>

5.1.4 Construção dos Cenários Prospectivos .....	64
5.2 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS .....	66
5.3 DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS .....	67
5.3.1 Insensibilizador Pneumático .....	67
5.3.2 Serra Elétrica para Corte de Carcaça.....	69
5.3.3 Serra Elétrica de Fita.....	70
5.3.4 Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	72
5.3.5 Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	73
5.3.6 Serra Elétrica Circular .....	75
5.3.7 Alicates/Tesoura para Mocotó de Bovinos .....	76
5.3.8 Esfoladora Pneumática .....	77
5.4 MODELAGEM DO PROBLEMA NO MÉTODO MPSI.....	79
5.4.1 Para Insensibilizador Pneumático .....	79
5.4.2 Para Serra Elétrica para Corte de Carcaça.....	80
5.4.3 Para Serra Elétrica de Fita.....	81
5.4.4 Para Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	82
5.4.5 Para Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	83
5.4.6 Para Serra Elétrica Circular .....	85
5.4.7 Para Alicates/Tesoura para Mocotó de Bovinos .....	86
5.4.8 Para Esfoladora Pneumática.....	87
5.5 MODELAGEM DO PROBLEMA NO MÉTODO WASPAS .....	88
5.5.1 Para Insensibilizador Pneumático .....	88
5.5.2 Para Serra Elétrica para Corte de Carcaça.....	90
5.5.3 Para Serra Elétrica de Fita.....	91
5.5.4 Para Serra Elétrica de Peito para Bovinos .....	93
5.5.5 Para Serra Elétrica para Corte de Chifres .....	94
5.5.6 Para Serra Elétrica Circular .....	96
5.5.7 Para Alicates/Tesoura para Mocotó de Bovinos .....	97
5.5.8 Para Esfoladora Pneumática.....	99
5.6 CONJUNTO DE MAQUINÁRIOS FAVORÁVEIS .....	100
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS .....	109

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro apresentou um desempenho excepcional em 2023, com exportações que alcançaram US\$ 166,55 bilhões, representando cerca de 49% das exportações totais do país. Esse resultado foi impulsionado principalmente pelo aumento no volume de grãos exportados, que atingiu 193,02 milhões de toneladas, 24,3% superior ao volume de 2022. A China foi o principal destino das exportações brasileiras, com destaque para a soja e a carne bovina (FORBES, 2024; BRASILAGRO, 2024; MAPA, 2023). As importações do agronegócio totalizaram US\$ 16,61 bilhões, com uma redução em relação ao ano anterior, reforçando o superávit comercial do setor (FORBES, 2024).

Na produção de carnes, o Brasil consolidou sua posição de liderança mundial, com exportações de carne bovina, de frango e suína crescendo 5,4% em 2023. A carne bovina, em particular, teve grande aceitação no mercado chinês, que representou mais de 60% das exportações desse segmento. Além disso, o país aumentou suas vendas de carne de frango e suína, contribuindo para a diversificação de sua pauta exportadora e o crescimento contínuo das exportações de produtos de origem animal (BRASILAGRO, 2024; MAPA, 2023).

No que diz respeito à adequação das instalações para abate, o Brasil tem enfrentado desafios para garantir que os frigoríficos estejam em conformidade com o decreto nº 9.013/2017 e a portaria nº 365/2021, tanto para atender ao mercado interno quanto às exigências internacionais. Essas adequações envolvem a modernização das instalações, assegurando o bem-estar animal e a conformidade com padrões ambientais. O investimento em tecnologia e na infraestrutura de abate é essencial para que o país continue competitivo globalmente, especialmente em mercados como o da União Europeia e China, que têm requisitos cada vez mais rigorosos para a importação de carne (MAPA, 2023; FORBES, 2024).

As máquinas de abatedouro são equipamentos utilizados na indústria de carne para abater animais de maneira rápida e eficiente. Elas geralmente consistem em uma série de estações de trabalho, cada uma responsável por uma etapa do processo, como a imobilização do animal, o tiro de eutanásia, a remoção do couro e a desossa da carne. Essas máquinas são projetadas para minimizar o sofrimento dos animais e aumentar a eficiência do abate, permitindo uma produção de carne em grande escala. No entanto, também têm sido alvo de críticas por parte de alguns grupos de direitos animais, que argumentam que não garantem a segurança animal adequada e podem causar dor e sofrimento desnecessários.

Existem vários tipos diferentes de máquinas de abatedouro, cada uma com suas próprias características e funcionalidades. Algumas das máquinas mais comuns incluem o matadouro de estrangulamento, choque elétrico e o por tiro.

O matadouro de estrangulamento é um dos métodos mais antigos de abate e ainda é utilizado em alguns países. Neste processo, o animal é suspenso por uma corda ou corrente que é puxada ao redor do pescoço, causando sufocamento. Esse método é considerado inumano e é ilegal em muitos países.

O matadouro por choque elétrico é outro método comum de abate. Neste processo, um choque elétrico é aplicado ao animal, resultando em sua morte instantânea. Esse método é considerado mais humanitário do que o estrangulamento, mas ainda existem preocupações sobre o bem-estar do animal e o uso adequado do equipamento.

O matadouro por tiro é um método de abate considerado o mais humanitário. Neste processo, um tiro é disparado na cabeça do animal, causando sua morte instantânea. Esse método é amplamente utilizado na indústria de carne e é regulamentado por órgãos governamentais para garantir que os animais sejam abatidos de forma humanitária.

Além desses métodos, existem outras técnicas de abate, como o uso de dióxido de carbono, considerado um método humanitário, mas que ainda não é amplamente utilizado na indústria devido ao seu alto custo.

Em geral, as máquinas de abatedouro são projetadas para garantir que o processo de abate ocorra de maneira humanitária e eficiente. As regulamentações governamentais são essenciais para assegurar que essas máquinas sejam utilizadas corretamente e que os animais sejam tratados com respeito e dignidade.

Os Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MCDA) são ferramentas que auxiliam as organizações a tomar decisões mais informadas e estratégicas. Eles permitem avaliar diversos critérios e opções de forma equilibrada e justa, considerando as vantagens e desvantagens de cada um. Isso possibilita que as decisões sejam fundamentadas em dados objetivos, em vez de opiniões subjetivas, aumentando a confiança na decisão final. Além disso, os MCDA também podem ajudar a identificar potenciais problemas e soluções, bem como a comunicar claramente as escolhas e justificativas para as decisões tomadas.

Campos (2009) entende que grande parte dos erros na condução das empresas está relacionada ao potencial de falhas nas tomadas de decisão, que em muitos casos são realizadas sem a mínima coerência e racionalidade. Ele ainda afirma que, para uma tomada de decisão assertiva, é necessário conhecimento técnico e uma estrutura minimamente organizada, de modo a estabelecer uma linha de comando.

Cenários prospectivos são ferramentas essenciais para abatedouros públicos, pois ajudam a antecipar e planejar possíveis mudanças e tendências futuras no setor. Isso permite que as empresas se adaptem rapidamente a novas realidades e maximizem oportunidades de mercado, minimizando riscos e incertezas. A elaboração de cenários prospectivos é um recurso que resultam em benefícios promissores para abatedouros que desejam se manter competitivos e preparados para enfrentar as mudanças e desafios do mercado.

As indústrias de abate enfrentam uma série de desafios, desde mudanças nas preferências do consumidor até regulamentações governamentais e flutuações nos preços das commodities. Por meio da criação de cenários prospectivos, as empresas podem analisar diferentes futuros possíveis, considerando diversos fatores que podem impactar o setor.

Ao criar e explorar esses cenários prospectivos, as empresas podem identificar potenciais oportunidades e ameaças futuras e se preparar adequadamente. Isso pode incluir investir em tecnologias mais eficientes, explorar novos mercados, desenvolver novos produtos ou ajustar a produção para atender às mudanças na demanda.

O estudo da Pesquisa Operacional (PO) no contexto de máquinas para abate de animais torna-se fundamental para aprimorar a eficiência e a eficácia desses processos críticos. A PO permite a análise detalhada de dados e a modelagem de cenários complexos, auxiliando na otimização de recursos, como a alocação de maquinário, tempo de operação e capacidade de processamento.

Na ordenação, seleção ou classificação de máquinas de abate, diversos critérios são essenciais para garantir o desempenho e a eficiência das operações. Critérios como capacidade de produção, consumo energético, custo de manutenção e operação, flexibilidade no abate de diferentes tipos de animais, segurança do trabalhador e conformidade com normas sanitárias e ambientais afetam diretamente a eficiência da máquina.

O cenário descrito caracteriza o problema de seleção e otimização de máquinas de abate como um desafio de múltiplos critérios, com diversas alternativas que podem compor o processo decisório. Isso abre espaço para a adoção de Métodos de Análise de Decisão Multicritério, permitindo a modelagem e a solução do problema por meio de técnicas que considerem as diferentes exigências de produção, segurança e regulamentação ambiental no setor de abates.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo auxiliar os responsáveis pelo abatedouro público da cidade de Sumé na escolha de maquinários necessários para a realização dos abates dos animais dos criadores locais, a partir da aplicação dos métodos MPSI e WASPAS, levando em consideração os critérios de decisão que irão definir a melhor escolha,

por meio da comparação entre os tipos de máquinas em análise, utilizando o Método MOMENTUM, que visa construir cenários prospectivos de abatedouros públicos, para dar mais robustez à aplicação dos outros métodos já citados anteriormente.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Selecionar um conjunto de máquinas para a realização de abates humanitários de animais, utilizando os Métodos MOMENTUM, MPSI e WASPAS, para um abatedouro público de uma cidade do Cariri paraibano.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os cenários prospectivos dos abatedouros;
- Determinar os critérios necessários para a ordenação das alternativas;
- Identificar quais das alternativas propostas são as mais adequadas;
- Aplicação do Método MOMENTUM para analisar os cenários prospectivos;
- Aplicação do Método MPSI para geração do peso dos critérios;
- Aplicação do Método WASPAS para ordenamento das máquinas;
- Definir as melhores máquinas para o abatedouro público.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha de máquinas para abatedouros públicos é uma tarefa complexa que envolve diversos critérios e objetivos. Entre os critérios a serem considerados, destacam-se a qualidade da carne produzida, a capacidade de produção, a eficiência energética, a segurança dos trabalhadores, a durabilidade, o custo e o atendimento de normas sanitárias.

Assim, a utilização de métodos multicritério pode contribuir para a seleção adequada de máquinas para abatedouros públicos, assegurando a produção de carne de qualidade, a eficiência produtiva e energética, a segurança dos trabalhadores e a redução de custos operacionais. Além disso, a aplicação desses métodos pode promover a transparência e a

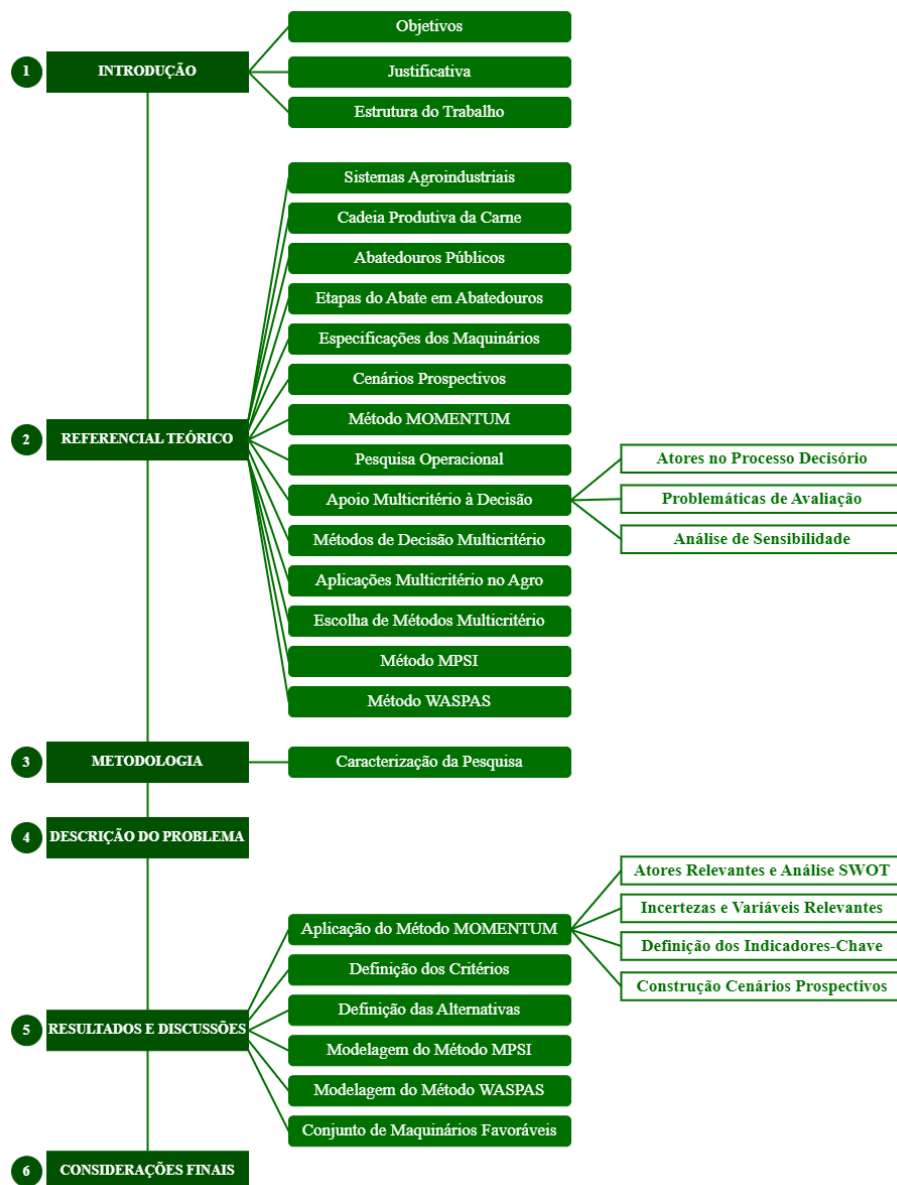
objetividade do processo de tomada de decisão, minimizando possíveis vieses e aumentando a confiabilidade e a legitimidade das decisões tomadas.

Esta pesquisa tem como objetivo auxiliar os responsáveis pelo abatedouro público da cidade de Sumé na escolha de alguns maquinários necessários para a realização dos abates dos animais dos criadores locais, levando em conta critérios de decisão que definirão a melhor escolha, por meio da comparação entre os tipos de maquinários.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O presente trabalho foi desenvolvido em cinco etapas, descritos na Figura 1.

**Figura 1 – Estrutura do Trabalho**



Fonte: Autor (2024)



O primeiro capítulo corresponde à introdução, na qual são apresentados o contexto relacionado à tomada de decisão e à escolha das máquinas para o abatedouro público. Além disso, são delineados os objetivos geral e específicos, a justificativa e a estrutura do trabalho de conclusão de curso.

O segundo capítulo refere-se ao referencial teórico, elaborado a partir de pesquisa bibliográfica, apresentando temas relacionados a sistemas agroindustriais, à produção de carne bovina no Brasil, abatedouros públicos e especificações das máquinas, planejamento estratégico, cenários prospectivos, ao Método MOMENTUM, pesquisa operacional, apoio multicritério de decisão, métodos de decisão multicritério, aplicações de métodos multicritério em sistemas agroindustriais, escolha de métodos multicritério, Método MPSI e Método WASPAS.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada no trabalho, descrevendo sua natureza, características, abordagem, finalidades e processos técnicos. Em seguida, são detalhadas as etapas para a escolha, utilização e aplicação dos métodos no problema proposto.

O quarto capítulo apresenta de forma mais clara a descrição do problema, abrindo espaço para o preenchimento dessa lacuna com as aplicações realizadas no presente estudo.

O quinto capítulo refere-se à aplicação do Método MOMENTUM, definição e caracterização de critérios e alternativas, além da aplicação dos métodos MPSI e WASPAS com as informações coletadas ao longo da pesquisa, visando a definição do conjunto de máquinas mais favorável que o abatedouro público deve adquirir.

O sexto capítulo aborda as considerações finais do trabalho, em relação às aplicações realizadas e atividades desenvolvidas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

Os sistemas agroindustriais têm uma importância significativa para a economia brasileira, representando uma parcela considerável do PIB do país. De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), em 2022, o agronegócio contribuiu com cerca de 27% do Produto Interno Bruto brasileiro (CNA, 2023). Essa participação reflete a capacidade do setor de gerar empregos, promover exportações e impulsionar o desenvolvimento regional.

Segundo Souza e Silva (2021), a estruturação desses sistemas envolve a coordenação de diversas etapas da cadeia produtiva, desde o cultivo e colheita até o processamento e comercialização dos produtos agrícolas. Este processo requer uma gestão eficiente para assegurar a qualidade e a competitividade dos produtos no mercado.

Além disso, as exportações do agronegócio brasileiro desempenham um papel importante na balança comercial do país. Conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2022, o Brasil exportou mais de 100 bilhões de dólares em produtos agroindustriais, com a soja, a carne bovina e o açúcar figurando entre os principais itens (MAPA, 2023). Esses números demonstram a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional e sua capacidade de atrair divisas para o país.

No que diz respeito ao emprego, o setor agroindustrial é um dos maiores empregadores do Brasil. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), aproximadamente 20% da força de trabalho brasileira está empregada em atividades relacionadas ao agronegócio. Isso inclui desde trabalhos na agricultura e pecuária até funções em indústrias de processamento e logística, destacando a relevância do setor para a geração de renda e oportunidades em áreas rurais e urbanas (IPEA, 2023).

A modernização dos sistemas agroindustriais tem sido impulsionada pela adoção de tecnologias inovadoras, como a agricultura e pecuária de precisão e a biotecnologia. Segundo Almeida *et al.* (2020), essas tecnologias possibilitam um controle mais rigoroso das condições de cultivo, resultando em aumentos significativos na produtividade e na sustentabilidade das operações agrícolas. A integração de dados e o uso de sensores avançados favorecem uma tomada de decisão mais informada, reduzindo desperdícios e otimizando os recursos.

A sustentabilidade é outro aspecto fundamental nos sistemas agroindustriais, especialmente no contexto das mudanças climáticas e da pressão por práticas agrícolas mais

ecológicas. Costa *et al.* (2022), ressaltam que a implementação de práticas sustentáveis, como a rotação de culturas e o uso de fertilizantes orgânicos, é essencial para minimizar os impactos ambientais negativos e promover a conservação dos recursos naturais. Além disso, políticas públicas e incentivos governamentais têm sido determinantes para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

O papel das cooperativas agroindustriais também merece destaque no cenário brasileiro. As cooperativas têm se mostrado eficazes em proporcionar melhores condições de negociação para os pequenos produtores, além de facilitar o acesso a insumos e tecnologias. Elas fortalecem a capacidade de negociação coletiva, garantindo melhores preços e condições de mercado para seus associados (Mendes; Rocha, 2021).

A logística e a infraestrutura são componentes críticos para a eficiência dos sistemas agroindustriais. Pereira e Ferreira (2023) apontam que a deficiência na infraestrutura de transporte e armazenagem pode representar um grande obstáculo à competitividade dos produtos brasileiros no mercado global. Investimentos em estradas, ferrovias e portos são essenciais para reduzir custos e melhorar a distribuição dos produtos agroindustriais.

A gestão da qualidade e a certificação são elementos importantes para assegurar a competitividade dos produtos agroindustriais tanto no mercado interno quanto no externo. Certificações como a ISO 9001 e selos de sustentabilidade são cada vez mais exigidos pelos consumidores e mercados internacionais. Essas certificações garantem que os produtos atendam a padrões rigorosos de qualidade, segurança e sustentabilidade, aumentando sua aceitação e valor agregado (Oliveira; Santos, 2023).

## 2.2 CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA NO BRASIL

A produção de carne bovina no Brasil em 2023 atingiu novos recordes, refletindo uma expansão significativa do setor. Esse crescimento é impulsionado por diversos fatores, incluindo avanços tecnológicos, melhorias nas práticas de manejo e uma demanda crescente tanto no mercado interno quanto no externo (AGRON AGRONEGÓCIOS ONLINE, 2023).

A produtividade média do rebanho bovino no Brasil tem apresentado variações nos últimos anos. Em 2023, a média de produtividade ficou em 266,04 kg/animal, apesar de desafios como a estiagem e altos custos de grãos para confinamento. O número de cabeças abatidas em 2023 foi de 33,9 milhões, um aumento de 13,2% em relação a 2022, evidenciando uma recuperação significativa no setor após um período de ajustes no setor de abate bovino, que antecedeu o crescimento registrado em 2023, refere-se a uma fase de queda nas atividades entre

2020 e 2021, a recuperação do setor começou a partir de 2022, com a retomada das exportações e a melhora nas condições de produção (AGRO2, 2023).

Com mais animais prontos para o abate, a produção totalizou 6,39 milhões de toneladas entre janeiro e setembro, um aumento de 8,37% em relação ao mesmo período de 2022. Este crescimento foi impulsionado pela forte demanda externa, especialmente da China, que tem aumentado suas compras de carne bovina brasileira, incluindo novilhas jovens (CANAL RURAL, 2023).

A produção de carne bovina é influenciada por diversos fatores, como o custo dos insumos, a valorização da arroba e a demanda por exportações. A pandemia de COVID-19 trouxe incertezas, impactando tanto os custos quanto a disponibilidade de insumos devido à alta do dólar e às interrupções nas cadeias de suprimentos. No entanto, a recuperação foi rápida, com um aumento nas exportações e a habilitação de novas plantas frigoríficas, o que impulsionou a produção e ajudou a manter a competitividade do setor no mercado internacional (RÚMICORTE, 2023).

Os preços do boi gordo apresentaram oscilações ao longo de 2023, operando em níveis inferiores aos do ano anterior. As médias mensais de preços registradas em 2023 foram consistentemente menores do que as de 2022, com a maior queda de 26% ocorrendo em setembro. Essa variação nos preços reflete a dinâmica do mercado, influenciada por fatores como a oferta e demanda global, custos de produção e políticas comerciais (CEPEA, 2023).

Apesar dos avanços e recordes alcançados, o setor enfrenta desafios contínuos, como a necessidade de inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e gestão eficiente dos recursos. Iniciativas voltadas para a melhoria genética, manejo sustentável e uso de tecnologias de precisão são essenciais para manter a competitividade e atender às exigências do mercado global (IBGE, 2023).

### 2.3 ABATEDOUROS PÚBLICOS

Os abatedouros públicos são responsáveis pelo abate e processamento de animais destinados ao consumo humano. Esses locais podem ser de propriedade do governo ou operados por organizações privadas sob concessão pública.

A legislação brasileira exige que o abate de animais ocorra em instalações que atendam aos padrões sanitários estabelecidos. A Portaria 365 de 2021, por exemplo, define as normas e etapas do processo de abate de bovinos, assegurando que a carne produzida seja segura para o

consumo humano e o decreto nº 9.013/2017 na Lei nº 8.171, que define padrões para a inspeção de produtos, assegurando que sigam normas de segurança e higiene rigorosas (Souza, 2023).

Além disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento supervisiona e regula as atividades dos abatedouros para garantir o cumprimento dessas normas.

No agronegócio, os abatedouros públicos têm grande importância na cadeia produtiva de carne, assegurando a qualidade e a segurança dos produtos para o consumidor final. Eles também podem fornecer serviços de inspeção sanitária para os produtores, ajudando a garantir que as condições de higiene e bem-estar animal sejam adequadas.

No entanto, muitos abatedouros enfrentam desafios relacionados à infraestrutura, gestão e regulamentação. Alguns desses locais são obsoletos e não atendem aos padrões de qualidade e segurança exigidos pelo mercado nacional e internacional. Além disso, a falta de fiscalização pode resultar em práticas inadequadas, como o abate clandestino de animais.

Alguns municípios têm adotado modelos inovadores, como os abatedouros móveis, que oferecem uma solução flexível e economicamente viável para o abate de animais. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), esses abatedouros representam uma alternativa eficaz para pequenas propriedades rurais, permitindo o abate de animais com menor custo e maior controle sanitário (Silva, 2023).

Esses modelos são especialmente úteis em regiões remotas onde a construção de um abatedouro fixo não seria viável economicamente.

Para enfrentar esses desafios, o governo brasileiro tem investido em programas de modernização e fortalecimento dos abatedouros públicos. Isso inclui a implementação de normas de segurança alimentar e bem-estar animal, além da modernização da infraestrutura e da melhoria da gestão e fiscalização dos abatedouros.

Os abatedouros públicos desempenham um papel fundamental no agronegócio, assegurando a qualidade e a segurança dos produtos de carne para os consumidores finais. No entanto, é crucial continuar investindo em melhorias na infraestrutura, gestão e regulamentação para garantir a competitividade da indústria de carne brasileira no mercado global.

## 2.4 ETAPAS DO PROCESSO DE ABATE EM ABATEDOUROS PÚBLICOS

O processo de abate de animais envolve uma série de etapas que começam no transporte e culminam na obtenção do produto final, pronto para o consumo humano. O transporte dos animais é uma fase crucial, pois influencia diretamente a qualidade da carne e o bem-estar dos

animais. Um transporte mal realizado pode causar estresse, contusões e até ferimentos nos animais, o que compromete tanto a qualidade do produto quanto a segurança alimentar.

De acordo com Franco (2013), o transporte dos animais até o abatedouro é uma etapa crítica na cadeia produtiva de carne bovina. O manejo inadequado durante o transporte pode causar estresse nos animais, o que afeta diretamente a qualidade da carne e o bem-estar animal. O transporte em si envolve uma série de fatores, como a densidade dos animais no veículo, a ventilação, a duração da viagem e as condições das estradas. O estresse provocado por um manejo ineficiente pode resultar em contusões, fraturas e lesões, além de uma maior incidência de carne, que é indesejável no mercado por sua aparência e textura.

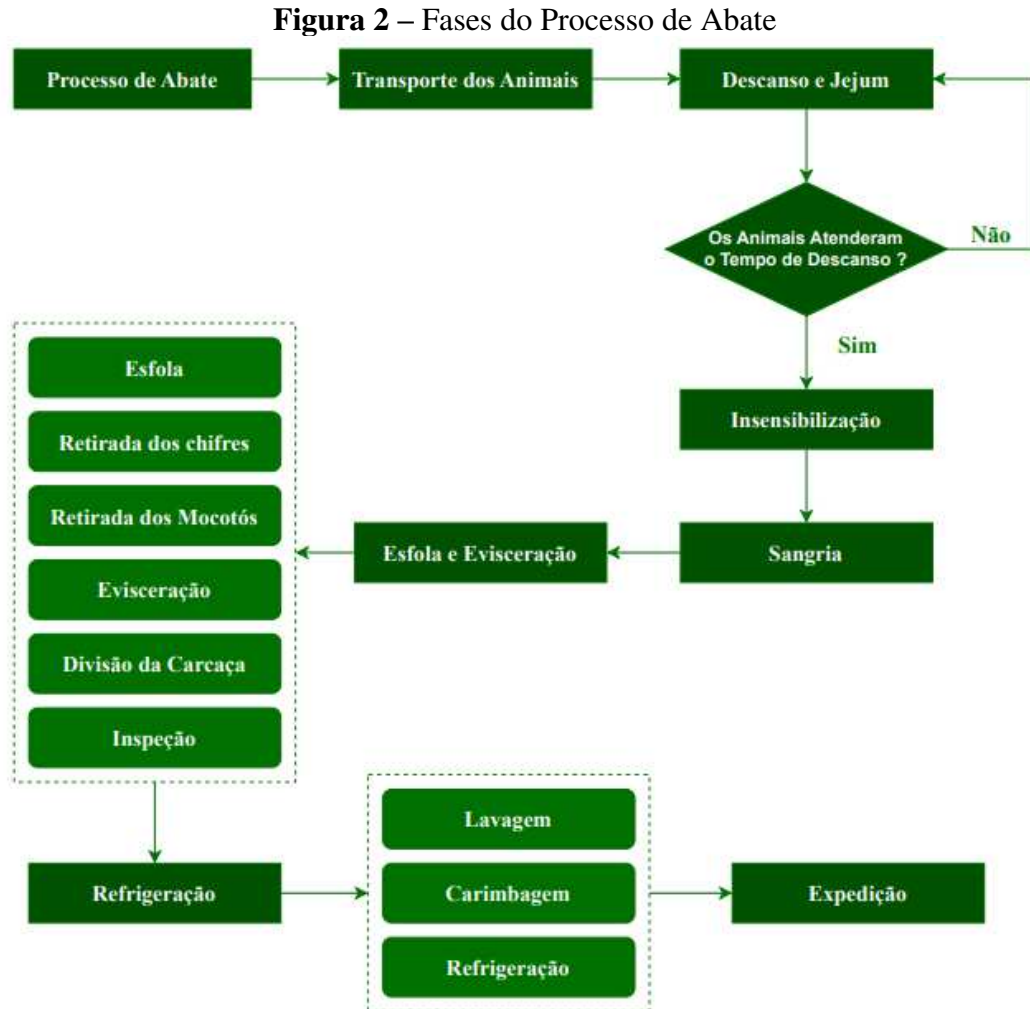
O mesmo autor ainda ressalta que a legislação brasileira, seguindo orientações do MAPA, exige que os veículos de transporte sejam adequados para o tamanho e a quantidade de animais, garantindo que todos tenham espaço suficiente para evitar quedas e contusões. O monitoramento da temperatura interna do veículo também é essencial, especialmente em regiões com clima quente, para evitar o superaquecimento dos animais. O período de descanso antes do abate, juntamente com um transporte humanizado, contribui para a redução do estresse e da perda de peso durante a viagem, resultando em uma melhor qualidade da carcaça no abatedouro.

O processo de abate de animais, seguindo as normas do MAPA e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), começa com o transporte dos animais, que deve ser feito de forma a minimizar o estresse. Um transporte inadequado pode causar contusões e afetar a qualidade da carne. As principais etapas são:

- **Transporte dos Animais:** Os animais são transportados em caminhões apropriados, com divisórias para evitar que eles se machuquem. O manejo deve ser cuidadoso, evitando excesso de movimentação que poderia causar estresse ou contusões, o que afeta a qualidade da carne.  
Os caminhões devem estar em boas condições, com ventilação adequada e espaço suficiente. Animais que chegam estressados ao abatedouro podem ter a carne comprometida em termos de qualidade e sabor.
- **Descanso e Jejum:** Ao chegarem ao abatedouro, os animais ficam em áreas de descanso, onde permanecem sem alimento sólido por cerca de 12 a 24 horas, mas com acesso à água. Este processo é crucial para limpar o trato gastrointestinal, o que reduz a possibilidade de contaminação durante o abate.  
O jejum facilita o manuseio e evita que a carne fique contaminada por resíduos alimentares, melhorando a qualidade sanitária e de conservação da carne.

- **Insensibilização:** Essa etapa é obrigatória e segue normas do MAPA e da ANVISA, garantindo que o abate seja humanitário e livre de dor para os animais. A insensibilização pode ser feita por métodos mecânicos (pistola de dardo cativo), elétricos ou por gás, dependendo da espécie e estrutura do abatedouro. O objetivo é garantir que o animal esteja inconsciente antes do abate para evitar sofrimento, o que também melhora a qualidade da carne, já que o estresse pré-abate afeta a textura e coloração da carne.
- **Sangria:** Após a insensibilização, a sangria ocorre rapidamente, em até 1 minuto. O animal é pendurado pelas patas traseiras e são feitas incisões nas artérias carótidas para garantir um escoamento rápido e completo do sangue. O sangue é um meio de proliferação de microrganismos, e a sangria adequada é essencial para evitar a contaminação da carne. Além disso, a retirada rápida do sangue melhora a coloração e conservação da carne, aumentando sua vida útil e qualidade.
- **Esfola e Evisceração:** O couro é removido usando máquinas específicas. Ela começa pelas extremidades e continua pela cabeça e tronco. Depois realiza-se a retirada dos chifres e mocotós, dependendo do processo, essa retirada pode ocorrer antes ou depois da esfola. Seguindo com a remoção dos órgãos internos (vísceras) é feita com cuidado para evitar a contaminação da carne com fluidos gastrointestinais. As vísceras são separadas em vermelhas (fígado, coração) e brancas (estômago, intestinos) para inspeção. Logo após é feita a inspeção pós-morte, um veterinário realiza a inspeção minuciosa para verificar a presença de doenças ou irregularidades nos órgãos e na carcaça.
- **Refrigeração e Preparação para Expedição:** Após a divisão da carcaça, ela passa por uma lavagem com água a 38°C para remoção de resíduos como coágulos de sangue. Seguida pela carimbagem, onde as carcaças recebem um selo de inspeção. Depois a carne é armazenada em câmaras refrigeradas até atingir temperaturas abaixo de 7°C. Esse resfriamento é essencial para manter a qualidade da carne e evitar a proliferação de bactérias. Uma vez que a temperatura ideal é atingida, a carne está pronta para ser transportada aos distribuidores.

Para melhor entendimento, o fluxograma ilustrado na Figura 2 mostra o processo de abate de seguindo as normas sanitárias, desde o transporte até o produto final.



Fonte: Autor (2024)

O cuidado em todas essas fases, começando pelo transporte, é fundamental para garantir a qualidade final da carne. Se o transporte não for bem executado, pode comprometer todo o processo subsequente, gerando perdas financeiras e impactos negativos na segurança do produto final.

## 2.5 ESPECIFICAÇÕES DOS MAQUINÁRIOS PARA ABATEDOURO PÚBLICOS

As especificações dos maquinários para abatedouros no Brasil variam conforme o tipo de animal a ser abatido e o tamanho da planta de abate. Em geral, os maquinários incluem



equipamentos para matar, dessantrar, esfolhar, eviscerar e embalar os animais. Alguns exemplos incluem:

- Pistolas de captura de animais;
- Câmaras de gás para matar;
- Máquinas de dessantrar;
- Máquinas de esfolhar;
- Máquinas de eviscerar;
- Máquinas de embalagem;
- Estações de limpeza e desinfecção;
- Sistemas de refrigeração e congelamento.

Além disso, é fundamental lembrar que os abatedouros no Brasil devem seguir as normas sanitárias e ambientais estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e órgãos federais, estaduais e municipais competentes.

As especificações dos maquinários para abatedouros de animais no Brasil variam de acordo com o tamanho e a capacidade da fábrica de abate. Algumas das principais especificações incluem:

- Sistemas de transporte: para mover os animais de forma eficiente e segura ao longo do processo de abate.
- Sistemas de limpeza e desinfecção: para garantir a higiene e segurança dos alimentos, os maquinários precisam ser capazes de limpar e desinfetar facilmente.
- Sistemas de estrangulamento: para imobilizar os animais antes do abate.
- Sistemas de corte e desossa: para cortar e desossar a carne de forma precisa e eficiente.
- Sistemas de refrigeração: para manter a carne fresca e segura para consumo humano.
- Sistemas de embalagem e rotulagem: para embalar e rotular a carne de forma adequada para transporte e venda.

Os maquinários também precisam atender às regulamentações sanitárias e de segurança do trabalho aplicáveis, assim como às normas de comercialização de carne.

## 2.6 CENÁRIOS PROSPECTIVOS

Godet (1993) definiu cenários como representações de situações que podem ocorrer no futuro, por meio da análise de futuros possíveis, com o intuito de orientar as decisões tomadas no presente. Trata-se de um acervo formado por descrições de situações futuras e pela probabilidade estimada de eventos incertos e de jogadores importantes.

Avanços significativos têm sido alcançados no estudo de cenários prospectivos, proporcionando vantagens e conhecimentos relevantes para aqueles que os utilizam. Um cenário não é uma previsão do que acontecerá, mas uma descrição do que pode ocorrer no contexto do estudo, apoiada por suposições razoáveis (Gomes; Gomes, 2019).

Segundo Schoemaker (1995), o planejamento de cenários é uma abordagem estruturada para imaginar futuros possíveis, cujo objetivo é obter uma gama de possibilidades em detalhes, incentivando os tomadores de decisão a considerar mudanças que podem ter sido negligenciadas por outros métodos.

Gomes e Gomes (2019), conceituam cenários, como uma “descrição de um futuro possível, imaginável ou desejável para um sistema e seu contexto e do caminho, ou trajetória que o conecta com a situação inicial desse sistema”.

Cenários são frequentemente utilizados para formular opções de longo prazo, ajudando a criar uma visão compartilhada de negócios e metas a serem alcançadas, considerando as dificuldades e restrições de alinhar visões de curto prazo (Schwartz, 2006).

A utilização de cenários prospectivos é uma das ferramentas mais adequadas para a definição de estratégias em ambientes voláteis e incertos. Ao construir múltiplos cenários, as empresas podem explorar sistematicamente as possíveis consequências dessas incertezas em suas escolhas estratégicas (Gomes; Costa, 2013).

Portanto, o objetivo de qualquer trabalho prospectivo não é prever o futuro, mas apresentar visões extremas do que pode ocorrer se certas tendências atuais forem levadas aos seus limites lógicos. Nesse sentido, os cenários resultantes não devem ser encarados como previsões ou prescrições (Billen; Noe; Garnier, 2018).

Uma vantagem dos estudos de cenários prospectivos em relação a outros processos de extrapolação é que, enquanto estes indicam apenas um 'palpite' do futuro, muitas vezes com base em estudos de dados anteriores e ações já realizadas, eles oferecem aos tomadores de decisão um conjunto de fundamentos. Tendências recentes e a variedade de eventos com os quais as agências precisam lidar determinam alternativas (Gomes; Costa; De Barros, 2017; Gomes; Gomes, 2019).

## 2.7 MÉTODO MOMENTUM

O método *Unified Method for Forward-Looking Strategic Planning* (MOMENTUM) tem como objetivo definir o problema por meio de conceitos sistêmicos, identificar pontos fortes e fracos, ameaças e oportunidades (elementos utilizados na análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats* (SWOT)) e empregar indicadores para monitorar a evolução do problema. Ele utiliza análise retrospectiva para construir probabilidades, alvos e matrizes de impacto cruzado. Com essa combinação de tecnologias, foram criadas alternativas (Gomes; Gomes, 2019).

Dispondo destas informações criam-se os cenários. Está estruturado no desenvolvimento das seguintes etapas (Gomes; Gomes, 2019):

- 1) Define-se o sistema (ou empresa), identificam as entradas e as saídas (resultados desejados) do sistema; identifica-se a Missão e a Visão de Futuro.
- 2) Identifica-se as incertezas e os fatores causais que geram estas incertezas;
- 3) Verifica-se as variáveis internas (pontos fortes e fracos) e as variáveis externas (ameaças e oportunidades) do sistema em estudo; bem como quais as áreas de influência de cada ator.
- 4) Identificam-se quais as variáveis relevantes (análise morfológica) para o estudo prospectivo, quais as configurações que estas podem assumir, e as probabilidades destas configurações. Faz-se uma análise retrospectiva (histórico) das variáveis consideradas relevantes para auxiliar nas configurações das mesmas a na atribuição de probabilidades.
- 5) Identifica-se os indicadores chaves para o estudo, e faz-se uma análise retrospectiva destes indicadores.
- 6) Identifica-se os efeitos impactantes, buscando-se atribuir as probabilidades a estes, que podem ser fatores de ruptura no estudo, e verifica-se como cada efeito impacta no outro.
- 7) Busca-se com uma Matriz de impacto verificar como os efeitos impactam nos indicadores.
- 8) Identificam-se os cenários para estudos, buscando-se o cenário mais provável, o cenário indesejável e o cenário desejável, e outros cenários que sejam pertinentes.
- 9) Faz-se uma matriz de impacto com os componentes de cada cenário para verificar a coerência do cenário bem como a sinergia entre os componentes.

- 10) Elabora-se uma matriz de impacto com os componentes dos cenários criados, verificando-se como as ocorrências de qualquer componente podem influenciar os demais.
- 11) Busca-se vantagens competitivas em cada cenário e as desvantagens de cada cenários.

De acordo com Gomes, Costa e De Barros (2017), o Método MOMENTUM propõe uma abordagem híbrida, buscando unificar os conceitos apresentados em diversos métodos de prospecção de cenários consagrados na literatura. A abordagem do método é estruturada em treze etapas:

- 1) Visão geral do sistema;
- 2) Mapeamento dos atores relevantes;
- 3) Identificação das variáveis;
- 4) Análise SWOT do sistema;
- 5) Elicitação de incertezas;
- 6) Seleção das variáveis relevantes;
- 7) Definição de indicadores-chave;
- 8) Projeto dos cenários prospectivos;
- 9) Definição de critérios;
- 10) Levantamento de alternativas;
- 11) Definir a importância (peso) de cada critério em todos os cenários;
- 12) Avaliar as alternativas sob o ponto de vista de cada critério. Isso deve ser feito para todos os critérios e todos os cenários;
- 13) Aplicação do algoritmo sobre os dados coletados.

## 2.8 PESQUISA OPERACIONAL

Segundo Marins (2011), a Pesquisa Operacional teve suas origens na Segunda Guerra Mundial, quando equipes de pesquisadores desenvolveram métodos para resolver problemas nas operações militares, focando na alocação de recursos escassos, como aviões, submarinos e radares, para um grande número de alvos e operações.

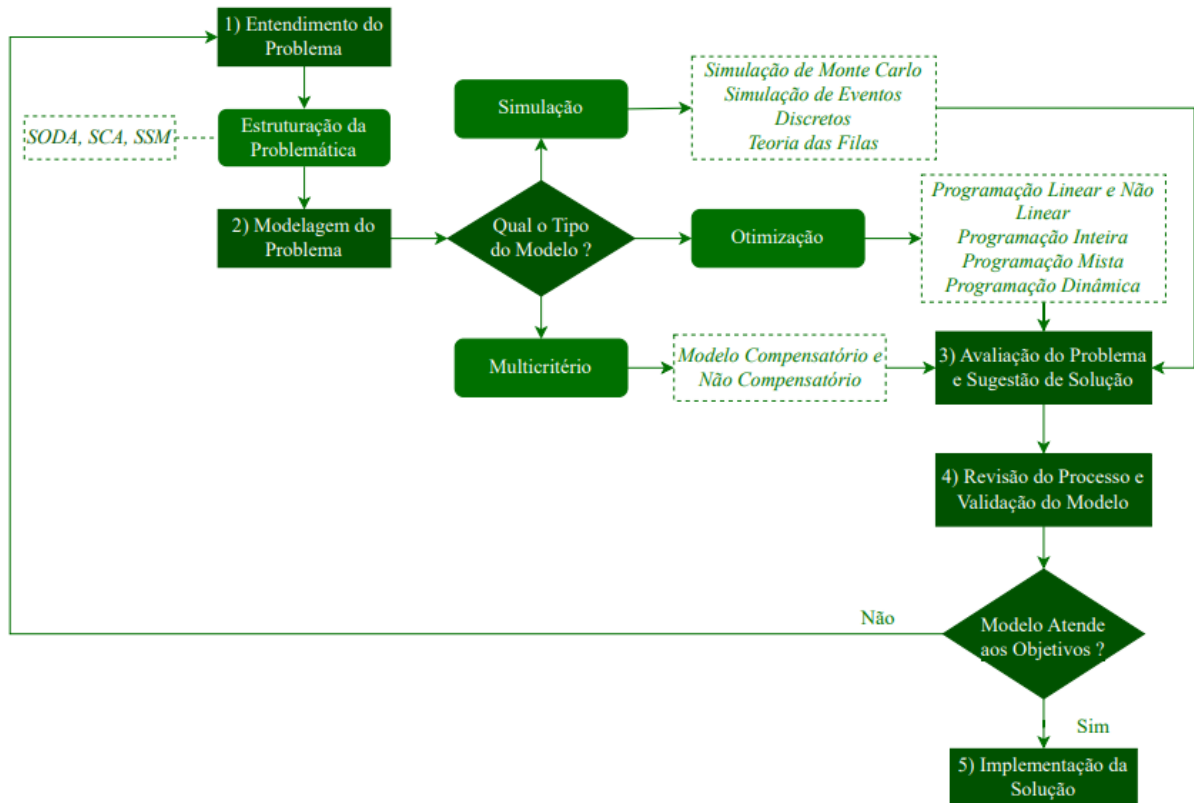
Com o sucesso dessas aplicações e o crescimento econômico no pós-guerra, tanto o mundo acadêmico quanto o empresarial começaram a adotar esses métodos e ferramentas nos

setores comercial, industrial e governamental, onde os recursos a serem alocados incluíam matérias-primas, pessoas e máquinas.

Para a *Operational Research Society* (2023), a Pesquisa Operacional é uma abordagem científica para resolver problemas na gestão de sistemas complexos, auxiliando os tomadores de decisão a fazer escolhas mais informadas.

A Pesquisa Operacional é um método científico para a tomada de decisões e, geralmente, é utilizado para maximizar lucros ou minimizar custos. Esse método consiste basicamente na transformação de situações reais em modelos matemáticos. Segundo Santos *et al.* (2023), um estudo em Pesquisa Operacional consiste em cinco fases principais na estrutura de um processo decisório (Figura 3), que são:

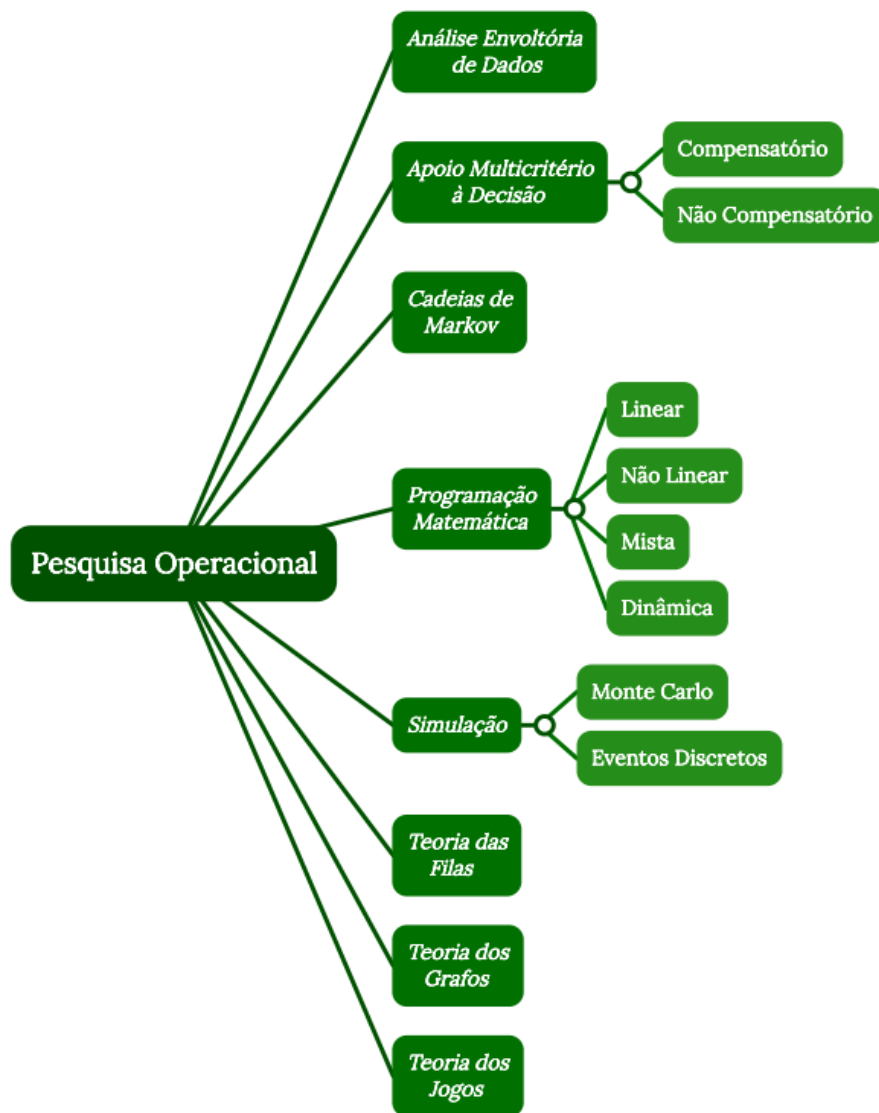
- Entendimento do Problema: é um entendimento exato dos objetivos do estudo, identificando os critérios e as alternativas de decisões existentes, limitações, restrições e exigências do sistema.
- Modelagem do Problema: a partir do entendimento do problema, constrói-se uma representação formal do mesmo.
- Avaliação do Problema e Sugestão de Solução: essa terceira fase tem como objetivo encontrar a solução para o modelo construído. No caso de modelos matemáticos, a solução é obtida utilizando o algoritmo mais apropriado, levando em consideração a rapidez, o processamento e a precisão.
- Revisão do Processo e Validação do Modelo: um modelo é considerado válido se for capaz de fornecer uma previsão confiável de seu comportamento. Uma abordagem comum para validar um modelo é testá-lo com dados históricos.
- Implementação da Solução: nessa fase, a solução obtida é convertida em regras operacionais.

**Figura 3 – Fases de um Processo Decisório**

Fonte: Autor (2024)

De acordo com Hiller e Lieberman (2013), a Pesquisa Operacional pode ser aplicada em diversos setores, servindo como uma solução eficiente para muitos tipos de empreendimentos e sendo relevante em diferentes contextos. A PO utiliza técnicas de matemática, estatística e ciência da computação para resolver problemas complexos em várias áreas, incluindo transporte, saúde, defesa, finanças e processos. A Figura 4 ilustra algumas das subáreas em que a PO se divide.

**Figura 4** – Algumas Subáreas da Pesquisa Operacional



Fonte: Autor (2024)

Para Hillier e Lieberman (2013), a Pesquisa Operacional, por meio de suas ferramentas de otimização, possibilita que a empresa crie seu próprio modelo matemático para entender seus processos e identificar o que gera mais lucro, independentemente da área, abrangendo desde a programação da produção até a introdução do produto no mercado.

Para isso, é necessário seguir as etapas a seguir: definir o problema e coletar os dados, formular o modelo matemático que represente o problema, desenvolver o procedimento computacional para derivar as soluções a partir do modelo, testar e ajustar o modelo conforme necessário, preparar a aplicação contínua do modelo e, finalmente, implementá-lo no processo.

## 2.9 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Tomar decisões é uma atividade constante e desafiadora nas organizações. Esse processo contínuo, presente em todos os níveis da organização, desde a alta direção até as equipes operacionais, é fundamental para o funcionamento e o sucesso da organização (Pereira; Diniz, 2024).

Segundo Gomes e Gomes (2019), decidir corresponde ao “processo de colher informações, atribuir importância a elas, posteriormente buscar possíveis alternativas de solução e, depois, fazer a escolha entre as alternativas”.

Dessa forma, a decisão é considerada a atividade mais importante para o executivo; além disso, as decisões são tomadas sempre que há um problema com mais de uma alternativa para sua solução. Isso ocorre porque, mesmo que a solução esteja relacionada a uma única ação a ser tomada, existem as alternativas de tomar ou não essa ação (Gomes; Gomes, 2019).

No processo de decisão, a escolha de uma ação é vista como desejável em relação às outras disponíveis; no entanto, essa escolha, por mais simples que pareça, está relacionada a um conjunto de critérios relevantes, ou seja, a um meio ou padrão de julgamento entre as alternativas de escolha (Belton *et al.*, 2002).

Nesse contexto, é importante entender que os métodos de apoio à decisão multicritério não têm como objetivo encontrar uma solução ótima para o problema, como é observado nas técnicas da pesquisa operacional. Nessa abordagem, a palavra otimização não faz sentido, uma vez que é impossível gerar soluções que sejam melhores para todos os pontos de vista ao mesmo tempo. Assim, o AMD visa apoiar o processo decisório com recomendações de alternativas que estejam em sintonia com as preferências do decisor (Vincke, 1992; Roy, 2013; Gomes; Gomes, 2006).

### 2.9.1 Atores no Processo Decisório

Os atores participam de maneira direta ou indireta no processo de tomada de decisão, sendo constituídos por indivíduos ou grupos que influenciam esse processo por meio de seus sistemas de valores (Roy, 2013).

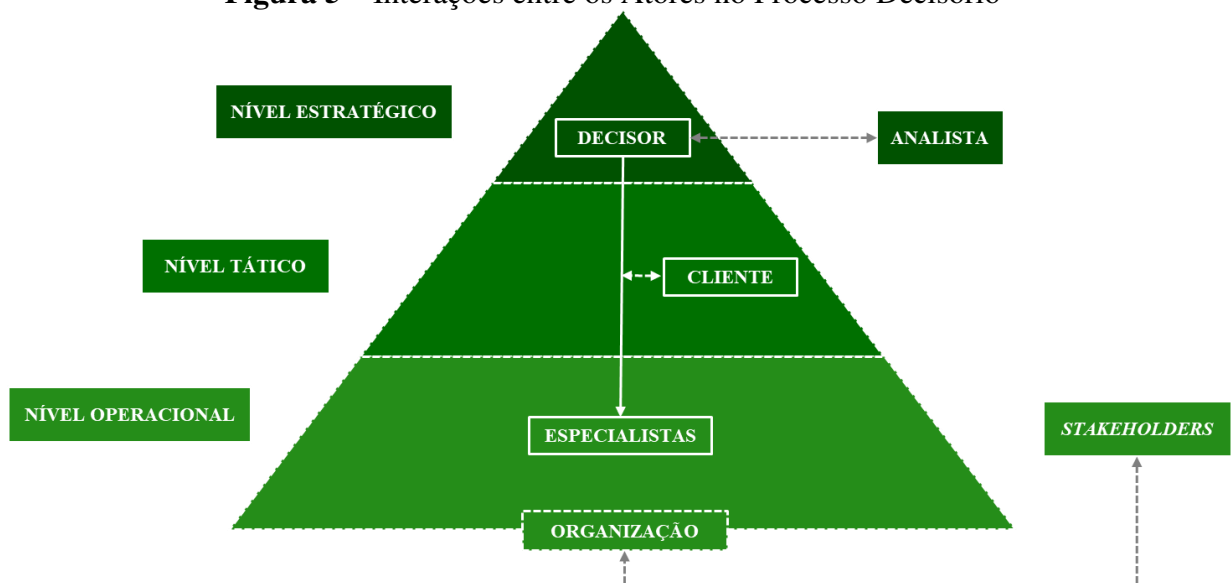
A seguir, os atores são classificados conforme (Gomes; Gomes, 2006; De Almeida *et al.*, 2016):



- Decisor: é quem analisa as opções e os objetivos, definindo suas preferências e interesses em relação às consequências no problema de decisão. O decisor pode ser um indivíduo ou um grupo de pessoas encarregadas da tomada de decisão.
- Analista: oferece o suporte metodológico para o problema de decisão. O analista de decisão é responsável por realizar a análise, ajudar o decisor na estruturação do problema e na identificação dos fatores ambientais que afetam a evolução e a solução do problema. Desempenha um papel crucial na interação com o decisor ou com alguém designado por ele.
- Cliente: em certas situações, o contato direto entre o decisor e o analista é complicado devido à falta de tempo ou outros compromissos organizacionais, impedindo a participação ativa do decisor no processo de construção do modelo de decisão. Nesses casos, o decisor designa um cliente, geralmente um assessor próximo, para atuar como intermediário entre eles.
- Especialista: é um profissional que compreende os mecanismos e comportamentos do problema em questão, fornecendo ao analista as informações necessárias para a construção do modelo de decisão.

Segundo Roy (2013), existem também outros grupos que impactam o processo decisório, como os stakeholders, que buscam influenciar o decisor exercendo algum tipo de pressão, pois podem ser afetados pelas decisões tomadas. A Figura 5 ilustra como ocorre a influência dos diferentes atores envolvidos no processo decisório no ambiente organizacional.

**Figura 5** – Interações entre os Atores no Processo Decisório



Fonte: Autor (2024)

## 2.9.2 Tipos de Problemáticas de Avaliação

De um modo geral, o resultado pretendido em determinado problema de AMD pode ser identificado entre quatro tipos de problemática de referência, descritas por Gomes e Gomes (2019) como:

- Problemática de escolha ( $P.\alpha$ ): visa esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto de alternativas o mais restrito possível. Portanto, o resultado pretendido é uma escolha;
- Problemática de classificação ( $P.\beta$ ): visa esclarecer a decisão por uma triagem resultante da alocação de cada alternativa a uma classe (ou categoria). Portanto, o resultado pretendido é uma ação de classificação;
- Problemática de ordenação ( $P.\gamma$ ): visa esclarecer a decisão por uma organização obtida pelo reagrupamento de parte ou de todas as ações em classes de equivalência, que são ordenadas de modo parcial ou completo, conforme as preferências do(s) decisor(es). Portanto, o resultado pretendido é um procedimento de ordenação ou ranking;
- Problemática de descrição ( $P.\delta$ ) – visa esclarecer a decisão por uma descrição das ações e de suas consequências. Portanto, o resultado pretendido é um procedimento cognitivo ou uma descrição.

Belton *et al.* (2002), apresentam ainda mais duas problemáticas de decisão multicritério, são elas:

- Problemática de design: tem como finalidade identificar ou criar mais alternativas a serem avaliadas para atingir os objetivos do problema multicritério;
- Problemática de portfólio: tem como objetivo escolher um subconjunto de alternativas de um conjunto maior, baseado não apenas nas suas características individuais, mas também no modo como elas interagem.

## 2.9.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade em métodos multicritérios é uma etapa fundamental para avaliar a robustez e a confiabilidade das decisões obtidas. De acordo com Belton e Stewart

(2012), essa análise permite verificar como variações nos pesos atribuídos aos critérios ou nas avaliações dos critérios podem impactar a classificação final das alternativas.

Por meio dessa abordagem, os tomadores de decisão podem identificar quais critérios têm maior influência sobre o resultado final e ajustar suas avaliações conforme suas preferências e prioridades. Assim, a análise de sensibilidade não apenas oferece uma visão mais profunda sobre a estabilidade das decisões, mas também aumenta a transparência e a compreensão do processo decisório.

Para Meirelles e Gomes (2009), a participação dos especialistas (decisores) na determinação dos valores dos pesos dos diversos atributos faz com que esses pesos sejam função do cenário estabelecido, o que implica algum grau de subjetividade no processo de definição dos pesos. Os mesmos autores recomendam, por essa razão, a realização de uma análise de sensibilidade com os pesos dos atributos, a fim de entender o grau de robustez das escolhas que compõem o modelo.

Além disso, a análise de sensibilidade ajuda a mitigar as incertezas inerentes aos processos de decisão multicritério. Triantaphyllou (2000), destaca que, ao realizar simulações e variações sistemáticas nos parâmetros do modelo, é possível identificar cenários em que pequenas mudanças podem resultar em resultados significativamente diferentes. Isso é especialmente relevante em contextos onde as decisões têm grande impacto econômico, social ou ambiental.

Dessa forma, a análise de sensibilidade se consolida como uma ferramenta indispensável para a tomada de decisões robustas e bem fundamentadas em métodos multicritérios. O analista realiza essa análise de sensibilidade, incentivando o decisor a considerar alterações nos pesos, o que pode levar a pequenas mudanças na classificação dos projetos selecionados.

## 2.10 MÉTODOS DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Os métodos de votação ordinais, como o Método de Borda (Borda, 1781), o Método Condorcet (Condorcet, 1788) e o Método Copeland (Copeland, 1951), são os precursores dos modernos modelos de Análise de Decisão Multicritério (ADM). Esses métodos pioneiros tratam essencialmente da agregação de preferências ou classificações de várias opções com base em múltiplos critérios (neste caso, as preferências dos eleitores), um conceito fundamental na decisão multicritério.

Os métodos multicritério têm ganhado destaque como ferramentas de apoio à decisão, devido à sua robustez e à capacidade de facilitar a análise de casos mais complexos de maneira bastante eficaz. O AMD visa estabelecer relações de preferências entre várias alternativas avaliadas sob a influência de múltiplos critérios ao longo do processo decisório (Santos; Costa; Gomes, 2021).

Um dos principais benefícios do AMD é a possibilidade, por meio de algoritmos e metodologias, de incorporar a subjetividade como parte do processo de tomada de decisão, ajudando os decisores a expressarem suas preferências de forma clara e confortável.

Nas últimas décadas, pesquisas baseadas em modelagens de AMD resultaram na criação de dois grandes grupos de métodos: um grupo é composto por métodos de agregação utilizando um critério único de síntese/compensatório (Escola Americana), enquanto o outro grupo é formado por métodos de sobreclassificação/não compensatórios (Escola Francesa/Europeia) (Moreira *et al.*, 2020).

O primeiro grupo foi construído baseado na teoria da utilidade. Dentre os principais métodos pertencentes a este grupo, estão *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1977), *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) (Fontela; Gabus, 1974), *Multiple Attribute Utility Theory* (MAUT) (Keeney; Raiffa, 1976), *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) (Hwang; Yoon, 1981), *Simple Multi Criteria Attribute Rating Technique* (SMART) (W. Edwards, 1982), *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) (Bana; Costa, Vansnick, 1994) e *Višekriterijska Optimizacija Kompromisno Rješenje* (VIKOR) (Opricovic, 1998).

O segundo grupo são caracterizados pelas relações de sobreclassificação das alternativas, caracterizadas pelas relações de não transitividade entre as preferências. As duas principais família que compõem essa classe é a do Método *Elimination and Choice Translating Reality for Enrichment Evaluation* (ELECTRE) (Roy, 1968) e do Método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) (Brans; Vincke; Mareschal, 1984).

Com a ascensão dos métodos dos dois grupos, ao longo do tempo surgiu os outros Métodos espalhados pela região Europeia, pelo Oriente Médio e pela Ásia, entre eles estão, *CRITeria Importance Through Intercriteria Correlation* (CRITIC) (Diakoulaki; Mavrotas; Papayannakis, 1995), *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* (MOORA) (Brauers; Zavadskas, 2006), *Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis* (SWARA) (Keršuliene; Zavadskas; Turskis, 2010), *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS) (Zavadskas *et al.*, 2012), *Multi-Attributive Border Approximation Area*

*Comparison* (MABAC) (Pamučar; Ćirović, 2015), *Combined Compromise Solution* (CoCoSo) (Yazdani, et al., 2019), *Stable Preference Ordering Towards Ideal Solution* (SPOTIS) (Dezert et al., 2020), *Simple Weighted Sum Product Method* (WISP) (Stanujkić et al., 2021), *Ranking Of Alternatives Through Functional Mapping Of Criterion Sub-Intervals Into A Single Interval* (RAFSI) (Žižović et al., 2021), *Method Based on the Removal Effects of Criteria* (MERECE) (Keshavarz-Ghorabae et al., 2021), *Magnitude of the Area for the Ranking of Alternatives* (MARA) (Gligorićs et al., 2022) e *Modified Preference Selection Index* (MPSI) (Gligorićs et al., 2022).

A Tomada de Decisão Multicritério contemporânea vem sendo desencadeada também no Brasil, desde as duas últimas décadas do século XXI, os principais métodos, estão *AlgoriTmo Híbrido de Apoio Multicritério* (THOR) (Gomes, 1999), *Flexible and Interactive Tradeoff* (FITradeoff) (De Almeida et al., 2016), *Analytic Hierarchy Process – Technique for Order Preferences by Similarity to the Ideal Solution – Two Normalizations* (AHP-TOPSIS-2N) (De Souza; Gomes; De Barros, 2018), *Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers* (SAPEVO-M) (Gomes et al., 2020), *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal* (ELECTRE-Mor) (Costa et al., 2020), *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation – Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Decision Maker* (PROMETHEE-SAPEVO-M1) (Moreira, 2020), *Analytic Hierarchy Process – Gaussian* (AHP-Gaussiano) (Santos; Costa; Gomes, 2021), *Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Non Compensatory – Multi Decision Makers* (SAPEVO-M-NC) (Maêda et al., 2021) e o *Presumption of Gaussian Attitude of Alternatives* (PrOPPAGA) (Dos Santos, 2022), estão contribuindo de forma positiva em pesquisas acadêmicas nacionais e em estudos internacionais.

## 2.11 APLICAÇÕES DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO EM PROBLEMAS AGROINDUSTRIAIS

As primeiras aplicações em problemas agroindustriais de Apoio Multicritério à Decisão remontam aos primórdios da pesquisa operacional e da ciência de gestão, quando métodos rudimentares foram implementados para otimizar processos produtivos e logísticos no setor agrícola. A seguir serão apresentados trabalhos que realizaram aplicações nessa temática.

O artigo de Diniz et al. (2024a), teve como objetivo ranquear raças de bovinos de leite usando o método Borda e o aplicativo BordApp. Critérios qualitativos foram pontuados para avaliar as raças mais importantes no mercado. O resultado mostrou que a raça Girolando foi a

melhor opção, seguida por Gir e Jersey. Essa classificação ajuda os produtores a escolher as raças mais adequadas ao ambiente e ao sistema de produção, maximizando a produção de leite.

O trabalho de Diniz *et al.* (2023a), teve como objetivo aplicar os métodos AHP e TOPSIS para classificar colheitadeiras de grãos, visando otimizar a eficiência na colheita de grandes áreas. O AHP definiu os pesos dos critérios, enquanto o TOPSIS ordenou as colheitadeiras conforme a proximidade da solução ideal. Os resultados indicaram que a colheitadeira Case IH Axial-Flow 8250 foi a mais adequada, auxiliando na escolha do equipamento mais apropriado para diferentes situações de colheita.

Já a obra de Vale *et al.* (2022), teve como objetivo selecionar uma pistola pneumática para um processo agroindustrial de bovinos no nordeste do Brasil, utilizando os métodos AHP e AHP-Gaussiano. Uma entrevista com um gerente da Guia de Trânsito Animal (GTA) ajudou a entender as necessidades do equipamento. Os resultados indicaram que a pistola *Dalpino-ATP-01* foi a melhor opção, seguida pela *Traumagado Zana e Jarvis-USSS-22A*.

No estudo de Diniz *et al.* (2023b), o objetivo foi modelar a cadeia de suprimentos de uma usina de beneficiamento de laticínios e propor melhorias com o método AHP-Gaussiano e o problema do caixeiro viajante. Os resultados indicaram a substituição de baldes plásticos por baldes de alumínio, sendo o Balde de Leite de Alumínio – HL-MCG a melhor escolha. A otimização de rotas resultou em um percurso de 249,90 km, passando por várias cidades para a entrega de leite pasteurizado.

Enquanto o trabalho de Silva *et al.* (2023) teve o objetivo de selecionar um trator de pequeno porte para uma fazenda pecuária utilizando o método AHP-Gaussiano. Foram analisados os modelos das montadoras Valtra, New Holland e John Deere. Os resultados indicaram que o trator New Holland TL. 5100 foi a melhor opção, destacando-se em vários critérios, enquanto o John Deere 5078-E foi classificado como a pior alternativa.

Já para Leão *et al.* (2024), o estudo de caso aplicou ferramentas gerenciais e métodos multicritério para analisar e melhorar uma propriedade rural na Paraíba, visando a aquisição de um novo maquinário. Os métodos SAPEVO-M e AHP-Gaussiano foram usados para selecionar o Fatiador Triturador Conjugado MC1001N como a melhor opção, com uma pontuação de 29,02%. A análise SWOT identificou pontos fortes, como a boa extensão de terra, e fraquezas, como a linha de produção manual, propondo ações para otimizar a gestão e a produção.

Já na obra de Diniz *et al.* (2022), o objetivo foi selecionar o melhor caminhão para transporte de carga viva para a Estância 3M, no Pará, utilizando o método SAPEVO-M. Foram avaliados três modelos, e os resultados mostraram que o Mercedes-Benz Atego 1719 foi o mais adequado, destacando-se em preço, conforto e confiabilidade. O Iveco Tector 17280 ficou em

segundo lugar, enquanto o Volkswagen Constellation 17230 foi o terceiro, com bom desempenho apenas em agilidade de entrega.

Prosseguindo com os estudos na área da agroindústria, a aplicação combinada dos dois grupos de métodos (escola inglesa e francesa) permite abordar a complexidade dos sistemas agroindustriais de maneira mais eficaz, proporcionando soluções práticas e otimizadas para os desafios enfrentados pelo setor. A integração de técnicas analíticas e heurísticas continua a evoluir, impulsionada pelos avanços tecnológicos e pela crescente disponibilidade de dados, possibilitando melhorias contínuas na eficiência e sustentabilidade das operações agroindustriais.

Baseado no estudo anterior, De Siqueira Silva *et al.* (2022), desenvolveu o trabalho que teve como objetivo fazer a análise de sensibilidade em comparar três métodos multicritério (AHP-TOPSIS-2N, PROMETHEE-SAPEVO-M1 e SAPEVO-M) para selecionar um caminhão para transporte de carga viva no norte do Brasil. Todos os métodos indicaram o Mercedes-Benz Atego 1719 como a melhor opção, destacando sua confiabilidade e desempenho. No entanto, houve divergência no segundo lugar: PROMETHEE-SAPEVO-M1 e AHP-TOPSIS-2N apontaram o Volkswagen Constellation 17230, enquanto o SAPEVO-M colocou o Iveco Tector 17280 na segunda posição.

Já o trabalho de Diniz *et al.* (2023c) teve como objetivo ranquear pulverizadores tratorizados utilizados em campos de cultivo, aplicando o método PROMETHEE-SAPEVO-M1 para comparar seis modelos. Os resultados indicaram que o John Deere – M4040 foi o melhor avaliado, seguido pelo Massey Ferguson – MF 9335 e o Jacto – Uniport 4530. O estudo mostrou a eficiência do método, oferecendo aos produtores uma ferramenta útil para a escolha de pulverizadores adequados.

Já a pesquisa Diniz *et al.* (2024b), abordou o ranqueamento de aspersores para irrigação utilizando o método PROMETHEE-SAPEVO-M1, combinando técnicas qualitativas e quantitativas. Os resultados indicaram que o aspersor VONDER - 31.98.012.120 foi o melhor avaliado, seguido pelo Agropolo - NY-30 e o RAIN BIRD - 5000 Plus. O estudo ressaltou a importância de uma gestão eficiente dos recursos hídricos, contribuindo para a economia de água e a sustentabilidade.

Enquanto Pereira *et al.* (2024), realizou um estudo para ordenar os principais indicadores de sustentabilidade na bovinocultura leiteira no Cariri Paraibano utilizando o método multicritério SAPEVO-M-NC. As entrevistas com stakeholders resultaram na criação de indicadores e matrizes de decisão. Os resultados mostraram que a dimensão ambiental é a mais importante, destacando o manejo adequado, a disponibilidade de água e o preço como os

principais indicadores. O método SAPEVO-M-NC facilitou a priorização de ações para melhorar a sustentabilidade da atividade, agregando preferências de forma eficiente.

Os próximos estudos no campo dos sistemas agroindustriais estão focados na integração de métodos multicritério com o novo método de planejamento estratégico *Strengths Weaknesses Opportunities Threats – Decision Making System* (S.W.O.T-D.M.S) (DE MOURA PEREIRA *et al.*, 2023). Esses estudos visam desenvolver abordagens mais robustas e abrangentes que possam considerar múltiplos fatores e critérios simultaneamente, proporcionando uma visão holística para a tomada de decisões estratégicas complexas no setor agroindustrial.

O trabalho de Nunes *et al.* (2024), visou auxiliar no planejamento estratégico de uma empresa agropecuária em Varginha-MG, utilizando os métodos SWOT-DMS e SAPEVO-M. O SWOT-DMS foi aplicado para priorizar as variáveis internas e externas, e o SAPEVO-M foi utilizado para selecionar um software de gestão de estoques, identificado como a principal fraqueza da empresa. O software LEAFIO foi escolhido como a melhor solução, com 44,14% de preferência, seguido pelo OMIE, com 28,66%.

Enquanto o estudo de Sousa *et al.* (2024), utilizou ferramentas de gestão da qualidade para priorizar variáveis estratégicas e propor planos de ação em uma empresa alimentícia, visando a melhoria dos produtos por meio da contratação de um nutricionista. O SWOT-DMS identificou forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, enquanto o 5W2H desenvolveu planos de ação detalhados. O SAPEVO-M auxiliou na escolha do melhor investimento, destacando a importância de um planejamento estratégico eficaz para aumentar a competitividade da empresa.

Já o estudo Diniz *et al.* (2024c), teve como objetivo aplicar os métodos S.W.O.T-D.M.S e PrOPPAGA em uma fábrica do setor moageiro para priorizar a terceirização de máquinas e operadores. O S.W.O.T-D.M.S identificou a dependência excessiva de terceiros como uma ameaça, e o PrOPPAGA propôs a "Expansão Geográfica" como a melhor solução. Os resultados mostraram que a combinação dos métodos foi eficaz para estruturar e priorizar decisões estratégicas, reduzindo a dependência de terceirização e melhorando a gestão da fábrica.

## 2.12 ESCOLHA DE MÉTODOS PARA PROBLEMAS MULTICRITÉRIO

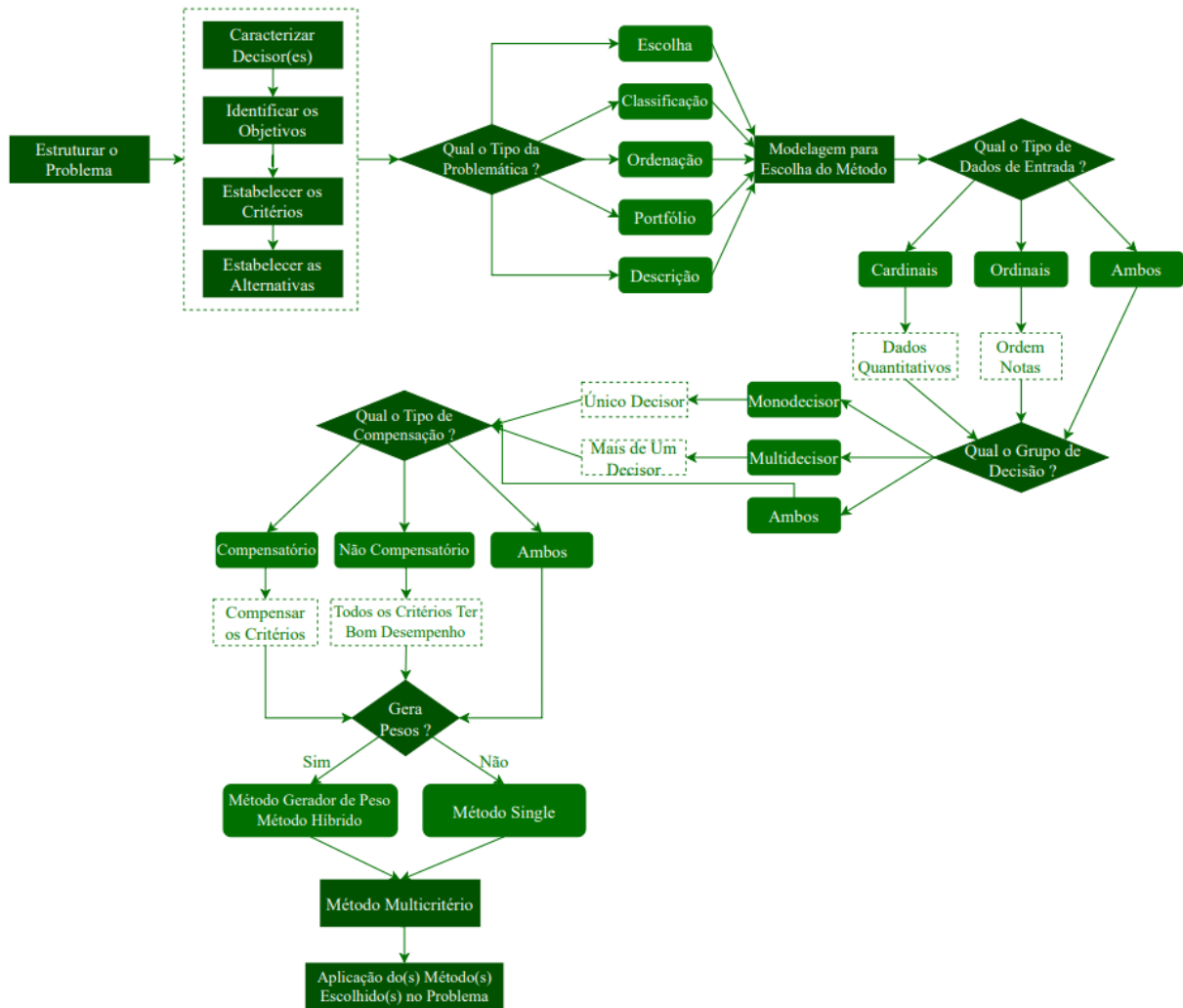
Pode-se afirmar que em todos os métodos que podem ser explorados, há uma forma comum de início, com a caracterização dos atores (decisores e facilitadores). Em seguida, verifica-se se o objetivo estabelece os critérios para analisar e definir corretamente as



alternativas. Com essa etapa concluída, deve-se estruturar o problema, definindo a qual das problemáticas ele pertence, para que a modelagem ocorra.

Para a escolha do método a ser utilizado existem algumas decisões a serem tomadas, uma vez que os métodos possuem características distintas. Assim, o fluxograma da Figura 6 demonstra esse fluxo decisório para a seleção dos métodos.

**Figura 6 – Fluxograma para Escolha de Métodos de Tomada de Decisão**



Fonte: Autor (2024)

O fluxograma apresenta uma sequência estruturada para escolher o método mais adequado para a tomada de decisão multicritério. A seguir, cada etapa do fluxograma é descrita com seu significado:

- Estruturação do Problema;
  - Organizar o problema de forma lógica, seguindo a seguinte lógica.
    - Caracterizar Decisor(es):

Identificar quem são os tomadores de decisão. Eles podem ser indivíduos (monodecisor) ou grupos (multidecisor), e essa caracterização é fundamental para escolher o método mais apropriado.

- Identificar os Objetivos;
 

Definir quais são os objetivos que se deseja alcançar com a decisão. Estes objetivos orientarão todas as etapas subsequentes do processo.
- Estabelecer os Critérios;
 

Determinar os critérios que serão usados para avaliar as alternativas. Estes critérios devem refletir os objetivos previamente identificados.
- Estabelecer as Alternativas;
 

Listar todas as possíveis alternativas ou opções disponíveis que serão avaliadas com base nos critérios estabelecidos.
- Escolha do(s) Método(s);
 

Organizar o problema de forma lógica, estabelecendo a relação entre objetivos, critérios e alternativas, seguindo a seguinte lógica de perguntas:

  - Qual o Tipo da Problemática;
    - Escolha: Selecionar uma única alternativa entre várias.
    - Classificação: Classificar as alternativas em categorias predefinidas.
    - Ordenação: Fazer um ranking/ordem das alternativas.
    - Portfólio: Selecionar um conjunto de alternativas que maximiza o desempenho geral.
    - Descrição: Descrever ou avaliar as alternativas sem necessariamente escolher ou classificar.
  - Qual o Tipo de Dados de Entrada;
    - Cardinais: Dados quantitativos como valores numéricos.
    - Ordinais: Dados qualitativos que indicam ordem ou preferência.
    - Ambos: Utilização tanto de dados quantitativos quanto qualitativos.
  - Qual o Grupo de Decisão;
    - Monodecisor: Decisão tomada por um único indivíduo.
    - Multidecisor: Decisão tomada por um grupo de indivíduos.
    - Ambos: Combinação de decisões individuais e coletivas.
  - Qual o Tipo de Compensação;

- Compensatório: Permite compensar o desempenho baixo em um critério com desempenho alto em outro.
- Não Compensatório: Requer que todos os critérios tenham um bom desempenho, sem compensação.
- Ambos: Combinação dos dois tipos de compensação.
- Gera Pesos.
  - Método Gerador de Peso: Método que atribui pesos aos critérios de forma explícita.
  - Método Híbrido: Combinação de métodos com e sem geração de pesos.
  - Método Single: Método que não gera pesos explicitamente.
- Aplicação do(s) Método(s) Escolhido(s) no Problema.

Implementar o método selecionado com base nas características do problema e nas preferências dos decisores, utilizando os dados de entrada e os critérios estabelecidos para chegar a uma decisão.

Esse fluxograma oferece uma estrutura clara para a escolha de métodos de decisão multicritério, levando em conta diversos fatores e características do problema e dos decisores envolvidos.

A utilização de um passo a passo estruturado para a seleção de métodos de decisão multicritério é fundamental para garantir clareza e organização ao processo, assegurando que todos os aspectos relevantes sejam considerados. Isso ajuda na definição clara de objetivos e critérios, garantindo que a decisão final esteja alinhada com os objetivos estratégicos dos decisores. Além disso, permite uma análise completa das alternativas disponíveis, maximizando as chances de encontrar a melhor solução.

Ao identificar o tipo específico de problema e considerar os dados de entrada, podem-se selecionar métodos mais adequados ao contexto, melhorando a precisão da análise. A caracterização do grupo de decisão facilita a incorporação de diversas perspectivas, enquanto a geração de pesos e os métodos de agregação asseguram uma avaliação equilibrada e compatível com as preferências dos decisores. Por fim, orienta a aplicação prática do método escolhido, resultando em decisões robustas e bem fundamentadas.

### 2.13 MÉTODO MPSI

O Método *Modified Preference Selection Index* (MPSI) é uma técnica de tomada de decisão multicritério desenvolvida por Gligorić *et al.* (2022), na Sérvia. O MPSI representa um novo método para determinar os coeficientes de peso em diferentes problemas de decisão multicritério de forma objetiva. Este método é baseado no tradicional Índice de Seleção de Preferência (PSI), criando uma versão aprimorada e modificada chamada Método de Índice de Seleção de Preferência Modificado (MPSI).

O MPSI fundamenta-se no grau de oscilação, ou seja, na variação do valor de preferência para cada critério. Essa variação, na verdade, representa a distância entre o valor normalizado e o valor médio por critério, expressa pela distância euclidiana.

O Método MPSI se encaixa na problemática de ordenação/ranking e pode ser ajustado para a problemática de escolha/seleção, sendo do tipo mono e multidecisor, com um método de agregação compensatório, utilizando entradas de dados do tipo cardinais (quantitativas) e gerando pesos para os critérios em sua modelagem matemática.

A seguir são descritos os passos para aplicação deste método (Gligorić *et al.*, 2022):

- Passo 1: Construir a matriz inicial de tomada de decisão, pela Equação 1.

$$(A/C) = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \frac{A}{C} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde:

$A_1, \dots, A_m$  – alternativas;

$C_1, \dots, C_n$  – critérios;

$x_{ij}$  – representa a avaliação da alternativa  $i$ , de acordo com o critério  $j$ ;

$m$  – representa a quantidade de alternativas; e

$n$  – representa a quantidade de critérios.

- Passo 2: Construir a matriz de tomada de decisão normalizada.

Para critérios de benefício/lucro, pela Equação 2:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (2)$$

Para critérios de custo, pela Equação 3:

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

- Passo 3: Calcule o valor médio ( $v_j$ ) das avaliações normalizadas do critério  $j$ , a partir da Equação 4.

$$v_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (4)$$

- Passo 4: Calcule o valor de variação de preferência  $p_j$ , pela Equação 5.

$$p_j = \sum_{i=1}^m (R_{ij} - v_j)^2 \quad (5)$$

- Passo 5: Os pesos dos critérios  $w_j$  são determinados através da Equação 6.

$$w_j = \frac{p_i}{\sum_{j=1}^N p_j} \quad (6)$$

## 2.14 MÉTODO WASPAS

O Método *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS) é uma técnica de tomada de decisão multicritério desenvolvida por Zavadskas *et al.* (2012), na Lituânia. É um método que combina os métodos *Weighted Sum Model* (WSM) e *Weighted Product Model* (WPM) por meio de um parâmetro lambda, visando ordenar alternativas em relação a múltiplos critérios, que normalmente são conflitantes entre si, refletindo uma abordagem equilibrada que captura tanto a aditividade quanto a multiplicatividade das avaliações, utilizando o valor de  $\lambda = 0$  até  $\lambda = 1$ , sendo aconselhada a utilização de  $\lambda = 0,5$ .

O Método WASPAS se insere na problemática de ordenação/ranking e pode ser adaptado para a questão de escolha/seleção. É um método monodecisor com um sistema de agregação compensatório, utilizando entradas de dados do tipo cardinais (quantitativas) e não gera pesos para os critérios em sua modelagem matemática.

A seguir são descritos os passos para aplicação deste método (Zavadskas *et al.*, 2012; Zavadskas *et al.*, 2016):

- Passo 1: Elaboração da matriz de decisão.
- Passo 2: Normalização da matriz de decisão.

- Para critérios de benefício (Equação 7).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (7)$$

- Para critérios de custo (Equação 8).

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (8)$$

- Passo 3: Cálculo da importância relativa total baseado no método WSM, através da Equação 9.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n r_{ij} w_{ij} \quad (9)$$

- Passo 4: Cálculo da importância relativa total baseado no método WPM, através da Equação 10.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (10)$$

Onde,  $w_j$  é o peso dos critérios.

- Passo 5: Cálculo do critério generalizado conjunto (Q) para determinar a importância relativa total da alternativa (Equação 11).

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \quad (11)$$

Onde  $\lambda = 0, \dots, 1$ .

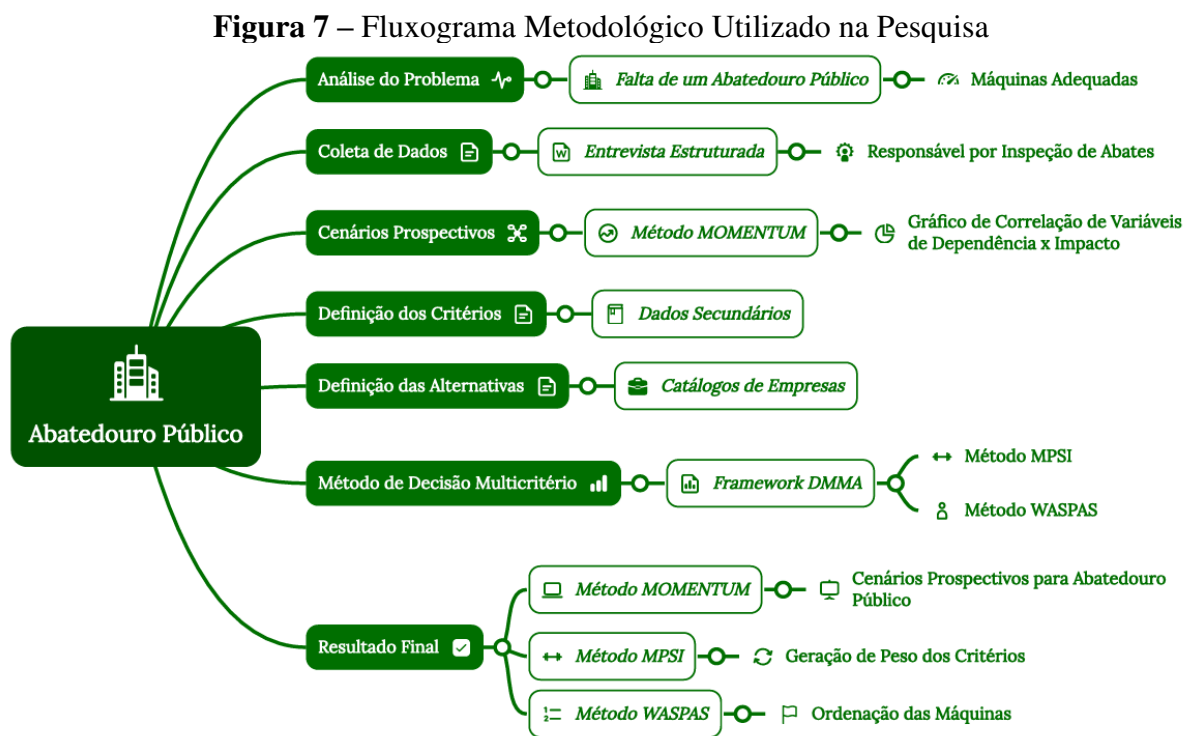
- Passo 6: Obtenção do ranking final das alternativas. Quanto maior o valor de Q, melhor é a alternativa.

O WASPAS pode ser aplicado em diversas áreas, como gestão, engenharia, finanças e planejamento estratégico, oferecendo uma abordagem sistemática, transparente e estruturada para a tomada de decisões em contextos complexos e multidimensionais.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, descritiva, bibliográfica e de campo, com o objetivo de estruturar informações para a aplicação de métodos de decisão multicritério na resolução do problema, seguindo o fluxograma metodológico para sua consecução, conforme apresentado na Figura 7.



Fonte: Autor (2024)

As informações desta pesquisa foram coletadas por meio de uma entrevista estruturada com o inspetor envolvido na realização dos abates. A análise dessas informações foi realizada com base no Framework MOMENTUM (Diniz *et al.*, 2024d), onde foram inseridos os atores relevantes no processo, preenchida a matriz SWOT, definidas e inseridas incertezas (variáveis), preenchida a Matriz de Impacto X Dependência e gerado o gráfico de correlação das variáveis e os cenários prospectivos.

Os critérios e as alternativas deste trabalho foram coletados em sites das principais empresas e fabricantes de máquinas de abatedouro. Os critérios e as alternativas estão expostos no tópico dos resultados.

Para selecionar os Métodos de Tomada de Decisão Multicritério aplicados neste estudo, utilizou-se o Framework *Decision-Making Methods Assistant* proposto por Diniz *et al.* (2024e). O problema em questão foi caracterizado por ter entradas cardinais, ser do tipo monodecisor e utilizar um método de compensação, conforme mostrado na Figura 8. A aplicação desses Métodos também permitiu a ordenação das alternativas, realizada pelo WASPAS, e a geração de pesos de acordo com a preferência do decisor (inspetor de abates), efetuada no processo de aplicação do método MPSI.

**Figura 8** – Seleção do Método de Análise de Decisão Multicritério

QUESTIONÁRIO PARA ESCOLHA DO(S) MÉTODO(S) DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	
OS CRITÉRIOS DO PROBLEMA SÃO IGUALMENTE IMPORTANTES ?	Não
SABE ATRIBUIR OS PESOS DOS CRITÉRIOS DO PROBLEMA ?	Não
QUAL O TIPO DE DADOS DE ENTRADA DOS CRITÉRIOS DO PROBLEMA ?	Dados Quantitativos
A DECISÃO SERÁ REALIZADA POR QUANTOS DECISORES ?	Um Decisor
PREFERE QUE TODOS OS CRITÉRIOS SEJAM BONS EM TODOS OS ASPECTOS OU UM CRITÉRIO FORTE PODE COMPENSAR UM CRITÉRIO FRACO?	Não (Pode Compensar)
O MÉTODO SUGERIDO PARA A GERAÇÃO DE PESOS É:	MPSI
QUAL O TIPO DE DADOS DE ENTRADA DAS ALTERNATIVAS DO PROBLEMA ?	Dados Quantitativos
A DECISÃO SERÁ REALIZADA POR QUANTOS DECISORES ?	Um Decisor
O MÉTODO SUGERIDO PARA O TIPO DA PROBLEMÁTICA DEFINIDA É:	WASPAS
O(S) MÉTODO(S) INDICADO(S) SÃO:	
MPSI	WASPAS

Fonte: Autor (2024)

Após o preenchimento das informações de estruturação do problema no Framework de Diniz *et al.* (2024e), foram indicados os Métodos MPSI e WASPAS para gerar os pesos dos critérios e a ordenação das alternativas, respectivamente.



#### 4 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

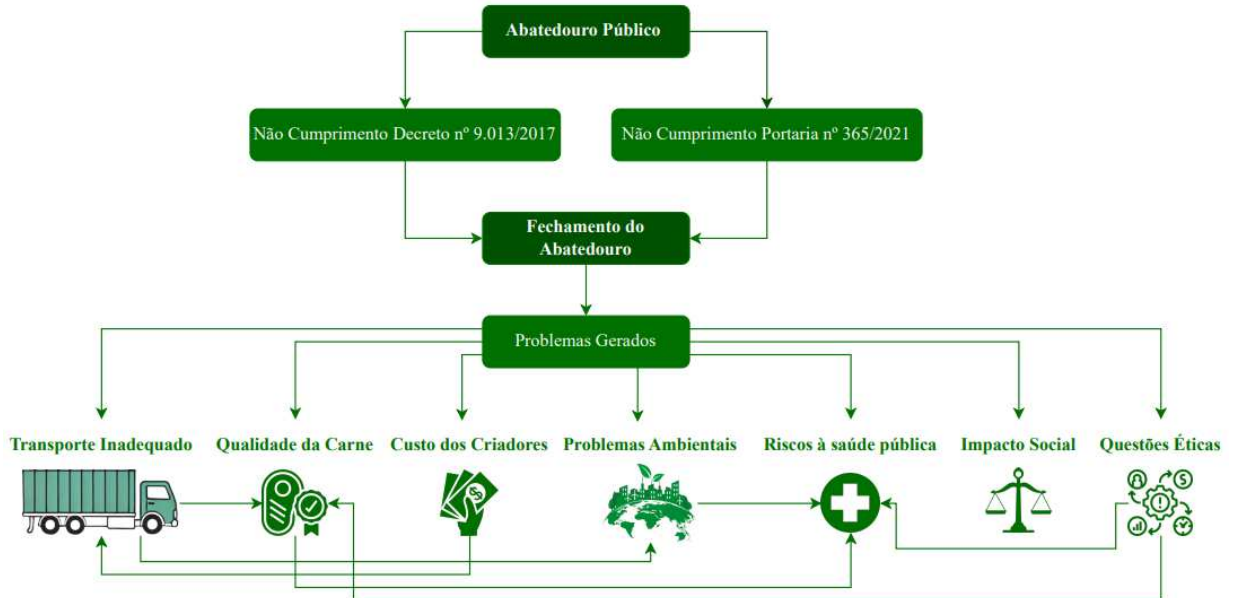
O problema surgiu devido ao descumprimento das normas do Decreto nº 9.013/2017 na Lei nº 8.171, que define padrões para a inspeção de produtos, assegurando que sigam normas de segurança e higiene rigorosas, e da Portaria nº 365/2021, que estabelece diretrizes para o manejo pré-abate e o abate humanitário de animais, com foco em métodos de insensibilização que minimizem o sofrimento, por isso, o abatedouro público do município de Sumé, no Cariri Paraibano, foi fechado pela vigilância sanitária e só voltará a operar com a construção de um novo, conforme as diretrizes estabelecidas pelos órgãos competentes e com os abates realizados de maneira menos dolorosa. Alguns dos principais problemas incluem:

- Transporte de animais: Os animais precisam ser levados para outras regiões para o abate, o que pode aumentar os custos e o tempo de transporte, além de ser estressante e cansativo para eles.
- Qualidade da carne: O transporte prolongado pode impactar a qualidade da carne, uma vez que os animais podem sofrer estresse e perda de peso durante o trajeto, o que pode afetar o sabor e a textura da carne.
- Custos para os criadores: Os custos de transporte e abate fora da cidade podem ser significativos para os criadores, o que pode impactar sua margem de lucro e tornar a atividade menos rentável.
- Problemas ambientais: O transporte de animais para abate em outras regiões pode aumentar a emissão de gases poluentes, já que os caminhões que transportam os animais contribuem para a liberação de gases de efeito estufa.
- Riscos à saúde pública: Pode haver um aumento no número de abates clandestinos, o que representa um risco à saúde pública, uma vez que a carne pode não ser inspecionada e pode estar contaminada por patógenos ou toxinas.
- Impacto Social: A falta de um abatedouro adequado pode afetar diretamente a economia local e o emprego relacionado à pecuária.
- Questões Éticas: Métodos de abate que não atendem às normas de bem-estar animal que podem resultar em sofrimento desnecessário.

O fluxograma da Figura 9 demonstra que todos esses fatores estão interconectados, formando um ciclo onde o fechamento do abatedouro público tem repercussões amplas. Desde o impacto econômico para os criadores, até os problemas ambientais e os riscos à saúde pública,

todos esses elementos se entrelaçam e se agravam mutuamente, gerando um grande impacto social e ético.

**Figura 9** – Fluxograma da Descrição do Problema



Fonte: Autor (2024)

O fechamento do abatedouro público em Sumé gerou uma série de consequências inter-relacionadas que afetam diversos aspectos da cadeia produtiva de carne. O transporte inadequado dos animais para outras regiões, além de aumentar os custos para os criadores, eleva o estresse dos animais, comprometendo a qualidade da carne. Este cenário cria um ciclo em que a carne perde valor, os criadores enfrentam maiores dificuldades financeiras, e o meio ambiente sofre com o aumento da emissão de gases poluentes provenientes do transporte.

Esses problemas ampliam os riscos à saúde pública, uma vez que o abate clandestino pode se tornar uma alternativa viável para os criadores que buscam reduzir custos. Carne sem inspeção adequada pode estar contaminada com patógenos, representando uma ameaça para a população. A ausência de um abatedouro local também afeta o impacto social da comunidade, causando a perda de empregos.

As questões éticas relacionadas tanto ao bem-estar animal quanto aos direitos dos consumidores. Animais submetidos a transporte e abate inadequados sofrem condições desumanas, enquanto a população é exposta a alimentos de qualidade inferior. A falta de tecnologias modernas no abate reforça a necessidade de melhorias na cadeia produtiva, que devem atender às normas sanitárias e garantir condições mais sustentáveis e éticas para todos os envolvidos.

A conformidade com a legislação e as portarias vigentes é essencial para a reabertura e operação adequada do abatedouro público em Sumé, garantindo a segurança sanitária, a qualidade da carne e o bem-estar animal. Recomenda-se consultar diretamente as fontes oficiais, como o site do MAPA e da ANVISA, para obter as informações mais atualizadas e detalhadas sobre a legislação aplicável.

Nesse sentido, a ausência de um abatedouro público em uma cidade pode acarretar diversos problemas, tanto para os criadores de animais quanto para os consumidores finais de carne. Para auxiliar nesse processo de aplicação bem fundamentada, foram utilizados os Métodos MOMENTUM, MPSI e WASPAS.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO MOMENTUM

Nesta seção, será realizada a aplicação do Método MOMENTUM especificamente voltado para abatedouros públicos. A implementação deste método para abatedouros públicos trará benefícios significativos, com uma análise clara dos cenários prospectivos para o setor.

#### 5.1.1 Definição de Atores Relevantes e Análise SWOT

Com base no contexto apresentado e na revisão da literatura, foi possível identificar um grupo de diferentes atores que atuam em abatedouros públicos no Brasil, proporcionando uma melhor compreensão do setor no país. O Quadro 1 apresenta os principais atores envolvidos no estudo, destacando suas funções e contribuições dentro do processo analisado.

Os atores envolvidos nos abatedouros públicos brasileiros desempenham papéis fundamentais para o funcionamento do setor. Esses atores, ao colaborarem, garantem que o processo atenda aos requisitos legais e sanitários, além de promoverem o bem-estar animal e a segurança alimentar.

**Quadro 1 – Principais Atores dos Abatedouros Públicos**

<b>QUADRO DE PRINCIPAIS ATORES ENVOLVIDOS</b>	
<b>ATORES RELEVANTES</b>	<b>FUNÇÃO</b>
Governo Federal	Regulamentação.
Governo Estadual	Regulamentação e Controle.
Governo Municipal	Planejamento e Gestão.
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Gestão das Políticas Públicas e Normatização de Serviços Vinculados ao Setor.
Atravessadores	Atuam como Intermediários entre os Produtores e os Consumidores.
Vigilância Sanitária	Fiscalizar Tudo que faz parte do Processo da Produção.
Secretaria de Defesa Agropecuária	Segurança Higiênico-Sanitária e Tecnológica dos Produtos Agropecuários.
Departamento de Inspeção de Produtos de Origem animal	Fiscalização do Tipo de Mercadoria.
Preço da Arroba	Mostrar o Valor da Carcaça do Boi de Acordo com o Peso.
Consumidores	Adquire ou Utiliza o Produto como Destinatário Final.

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, foi realizada uma análise SWOT para determinar quais diretrizes precisam ser seguidas por meio de questões relacionadas ao meio ambiente, logística, tecnologia, investimento e custo, conforme mostra o Quadro 2.

**Quadro 2 – Análise SWOT dos Abatedouros Públicos**

<b>FORÇAS</b>	<b>FRAQUEZAS</b>
Qualidade do Produto	Abate Informal
Tradição da Pecuária no País	Falta de Padronização
Genética de Qualidade	Falta de Informação
Modernização do Setor	Falta de União entre as Cadeias
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMEAÇAS</b>
Investimentos no Setor	Crescimento da Cultura Vegana
Aumento de Renda	Competitividade com outros Países
Expansão dos Mercados	Custos de Produção
Aumento do Consumo de Carne	Políticas Desfavoráveis

**Fonte:** Autor (2024)

A análise SWOT apresentada destaca as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas ao setor de abate no Brasil, envolvendo os principais atores mencionados anteriormente. As forças, como a qualidade do produto, a tradição da pecuária e a modernização do setor, reforçam o papel positivo dos gestores e operadores que, ao adotar melhores práticas, ajudam a garantir um produto de alto padrão.

No entanto, as fraquezas, como o abate informal e a falta de padronização, evidenciam a necessidade de maior fiscalização e intervenção das entidades reguladoras, para reduzir a informalidade e melhorar os processos.

As oportunidades, como os investimentos no setor e a expansão dos mercados, podem ser aproveitadas por todos os atores, principalmente os gestores, que devem buscar modernização contínua.

No entanto, as ameaças, como o crescimento da cultura vegana e os altos custos de produção, requerem atenção estratégica para que o setor permaneça competitivo e sustentável frente a novos desafios.

### **5.1.2 Incertezas e Variáveis Relevantes**

A partir da análise dos atores relevantes e da resposta da matriz SWOT, podem ser identificadas incertezas relacionadas aos Abatedouros Públicos, a saber: Valor da Arroba (V1), Tecnologia (V2), Mão-de-Obra (V3), Cenário Político (V4), Preço do Produto (V5), Custo

Operacional (V6), Impacto Ambiental (V7), Qualidade do Produto (V8), Higiene e Segurança (V9), Verbas Governamentais (V10) e Cenário Econômico (V11). Prosseguindo com a aplicação, o próximo passo foi gerar o cruzamento da matriz de impacto, obtida a partir da comparação entre variáveis realizada em pares, que está apresentada na Matriz 1.

**Matriz 1** – Matriz de Impacto Cruzado dos Abatedouros Públicos

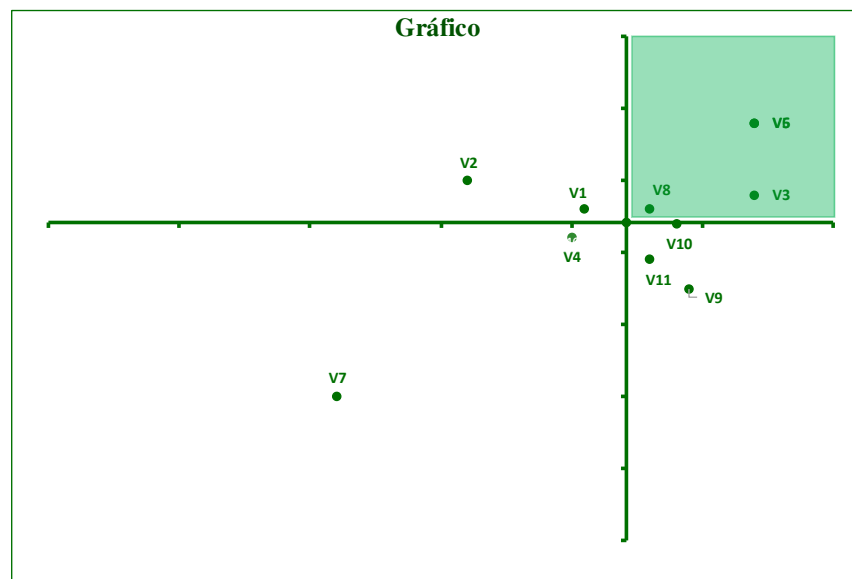
INCERTEZA	Nº	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	SOMA
Valor da Arroba	V1		1	3	5	7	5	3	7	7	3	5	46
Tecnologia	V2	1		5	1	5	7	5	7	7	7	5	50
Mão-de-Obra	V3	3	5		5	5	5	3	5	7	5	5	48
Cenário Político	V4	7	1	5		7	7	1	1	1	7	5	42
Preço do Produto	V5	7	5	5	7		7	1	7	7	5	7	58
Custo Operacional	V6	5	7	7	5	7		3	7	5	7	5	58
Impacto Ambiental	V7	1	1	3	1	1	3		1	5	3	1	20
Qualidade do Produto	V8	7	3	7	1	7	7	1		7	3	3	46
Higiene e Segurança	V9	0	5	7	1	5	5	1	7		1	3	35
Verbas Governamentais	V10	3	3	7	7	3	5	3	3	3		7	44
Cenário Econômico	V11	7	1	5	7	7	3	1	1	0	7		39
<b>SOMA</b>		<b>41</b>	<b>32</b>	<b>54</b>	<b>40</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>22</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	

Fonte: Autor (2024)

Continuando a aplicação do método, com a seleção das variáveis relevantes para a construção de cenários prospectivos, foi gerado um gráfico de dispersão de acordo com os valores de dependência e impacto das incertezas listadas, conforme mostrado na Figura 10.

**Figura 10** – Gráfico com as Relações entre as Variáveis

VARIÁVEIS	DEPEDÊNCIA	IMPACTO
V1	41	46
V2	32	50
V3	54	48
V4	40	42
V5	54	58
V6	54	58
V7	22	20
V8	46	46
V9	49	35
V10	48	44
V11	46	39
MÉDIA	44,18	44,18



Fonte: Autor (2024)

Após a plotagem dos pontos, foram traçadas as linhas que correspondem a média das pontuações máximas e mínimas obtidas, distribuindo as variáveis em quatro quadrantes.

- Quadrante superior direito: variáveis com maior impacto e maior dependência
- Quadrante inferior direito: variáveis com alta dependência, mas baixo impacto.
- Quadrante superior esquerdo: variáveis com alto impacto, mas baixa dependência.
- Quadrante inferior esquerdo: variáveis com baixo impacto e baixa dependência, sendo assim, possuem pouca relevância.

As variáveis V3, V5, V6 e V8 apresentaram, em conjunto, os maiores impactos e dependências observados, sendo selecionadas para compor a base da análise apenas V3 e V5. Apesar de as variáveis V6 e V8 estarem no quadrante das selecionadas, optou-se pela utilização da V1 (Valor da Arroba) e V10 (Verbas Governamentais), a fim de utilizar dados consolidados para a continuidade da aplicação do método. Para a análise qualitativa, foi selecionada a variável V9 (Higiene e Segurança).

Por outro lado, as variáveis V4 e V7 foram excluídas, pois não serão consideradas para a Análise Morfológica, uma vez que estão no quadrante inferior esquerdo, que não impacta nem é impactado e, portanto, não serão levadas em conta.

### 5.1.3 Definição dos Indicadores-Chave

Na análise das características das variáveis quantitativas aptas para o estudo de correlação, foram selecionadas as variáveis quantitativas com disponibilidade de dados históricos de médias, como Mão-de-Obra (V3), Preço do Produto (V5), Valor da Arroba (V1) e Verbas Governamentais (V10). Foram considerados os dados históricos contidos na Matriz 2, referentes aos últimos cinco anos de cada uma das variáveis quantitativas selecionadas.

**Matriz 2 – Dados Históricos dos Indicadores**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
V3	R\$ 800,00	R\$ 900,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.100,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1.300,00
V5	R\$ 24,50	R\$ 29,50	R\$ 35,00	R\$ 40,00	R\$ 44,50	R\$ 43,00
V1	R\$ 150,00	R\$ 150,40	R\$ 197,10	R\$ 303,20	R\$ 270,17	R\$ 300,00
V10	R\$ 1.700.000	R\$ 700.000	R\$ 1.780.000	R\$ 1.780.000	R\$ 561.000	R\$ 700.000

Fonte: Autor (2024)

Para ampliar ainda mais o grau de compreensão das relações mantidas entre as variáveis e, dessa forma, elevar a robustez da análise, utilizou-se a Correlação de Pearson. Com o input dos dados apresentados na Matriz 2 e a aplicação da Correlação de Pearson através do Framework do Momentum (Diniz *et al.*, 2024d), foi realizada a matriz de correlação, conforme demonstrado na Matriz 3.

**Matriz 3 – Correlação de Pearson**

	V3	V5	V1	V10
V3		0,9632	0,9066	-0,4785
V5	0,9632		0,9159	-0,4051
V1	0,9066	0,9159		-0,1728
V10	-0,4785	-0,4051	-0,1728	

Fonte: Autor (2024)

A análise de correlação entre as variáveis foi baseada no raciocínio de que, para correlações significativas e positivas, quanto maior for o valor, maior será seu estímulo de aumento. Dado que os resultados apresentaram elevados graus de significância, grande parte das variáveis quantitativas foi considerada e mantida na construção dos cenários prospectivos, com destaque para a maior correlação positiva, que se deu entre Mão-de-Obra e Preço do Produto, com 0,9632.

#### 5.1.4 Construção dos Cenários Prospectivos

A partir da análise das variáveis, seus impactos e relações de dependência, foi utilizada a técnica da análise morfológica para caracterizar três possíveis cenários: otimista, realista e pessimista. Os cenários considerados neste estudo podem ser descritos da seguinte forma:

- **Cenário Pessimista (*Dark Green Descent*):** O cenário Mão-de-Obra (V3) é extremamente preocupante e não demonstra sinais de estabilidade, com o setor enfrentando uma situação que se aproxima do desastre. O aumento contínuo no Preço do Produto (V5), que se espalha por todo o país, é uma questão crítica. O Valor da Arroba (V1) tem sido elevado devido à crescente demanda por exportações de carne, o que acarreta em um aumento geral dos preços. O atual panorama é ainda mais complicado pela falta de Verbas Governamentais (V10) significativas. A escassez de incentivos governamentais está exacerbando a crise política e econômica no setor, tornando o cenário ainda mais instável e desafiador para os envolvidos. A falta de apoio financeiro e políticas de



incentivo contribui para um ciclo vicioso de dificuldades e incertezas. Além disso, a situação se agrava com a negligência em relação às normas de Higiene e Segurança (V9). O não cumprimento dessas normas compromete gravemente a qualidade dos produtos, resultando na perda de receitas e prejudicando a reputação dos envolvidos no processo. A ausência de medidas adequadas de higiene e segurança não apenas afeta a qualidade do produto final, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais inseguro e potencialmente prejudicial.

- Cenário Realista (*Medium Green Balance*): A Mão-de-Obra (V3) apresenta uma estabilidade moderada. Existem desafios, mas também há sinais de melhoria, com programas de qualificação e treinamento começando a surtir efeito. O Preço do Produto (V5) tem oscilações controladas, refletindo uma demanda que, apesar de alguns picos, permanece relativamente estável no mercado interno. O Valor da Arroba (V1) é moderada, com exportações de carne mantendo um ritmo constante, evitando aumentos abruptos nos preços internos. As Verbas Governamentais (V10) para o setor estão sendo disponibilizadas de maneira mais equilibrada. Embora os incentivos ainda possam ser ampliados, há um esforço contínuo para apoiar o setor, ajudando a mitigar os impactos das crises econômicas e políticas. No aspecto de Higiene e Segurança (V9), as normas são geralmente cumpridas, com fiscalização adequada e conscientização crescente entre os produtores. Isso garante a qualidade dos produtos e mantém a confiança dos consumidores, gerando receitas suficientes para sustentar o processo produtivo e promover um ambiente de crescimento sustentável.
- Cenário Otimista (*Light Green Growth*): Mão-de-Obra (V3) está altamente estável e qualificada. Programas de educação e treinamento avançados foram implementados em todo o país, resultando em uma força de trabalho eficiente e motivada. O Preço do Produto (V5) é competitivo, com uma leve tendência de aumento que é controlada por políticas eficazes de mercado e inovação tecnológica, beneficiando tanto produtores quanto consumidores. O Valor da Arroba (V1) se mantém atrativo, equilibrando as necessidades do mercado interno e externo. As exportações de carne estão em alta, mas gerenciadas de forma que não causem impacto negativo nos preços domésticos, permitindo uma distribuição justa dos benefícios econômicos. As Verbas governamentais (V10) são abundantes e estrategicamente direcionadas. Há incentivos significativos

para a modernização e sustentabilidade do setor, resultando em um ambiente econômico e político estável. Os investimentos são focados em inovação, sustentabilidade e expansão de mercados. No aspecto de Higiene e Segurança (V9), as normas são rigorosamente cumpridas e até superadas. Há uma cultura de excelência em práticas sanitárias e de segurança, impulsionada por uma fiscalização eficiente e pela conscientização dos produtores. Isso garante produtos de alta qualidade, elevando a confiança dos consumidores e gerando receitas robustas para todos os envolvidos no processo produtivo.

A matriz 4, apresenta os dados estratificados em intervalos e alocados conforme os cenários.

**Matriz 4 – Cenários Pessimista, Realista e Otimista**

		S1	S2		S3			S4		
<b>V3</b>	X>	1300,00	1300,00	>=X>	1050,00	1050,00	>=X>	800,00	<=X	800,00
<b>V5</b>	X>	44,50	44,50	>=X>	36,08	36,08	>=X>	24,50	<=X	24,50
<b>V1</b>	X>	303,20	303,20	>=X>	228,48	228,48	>=X>	150,00	<=X	150,00
<b>V10</b>	X>	1.780.000	1.780.000	>=X>	1.203.500	1.203.500	>=X>	561.000	=X	561.000
<b>V9</b>		Baixo Investimento em Soluções Inovadoras	Moderado-Baixo Investimento em Soluções Inovadoras		Moderado-Alto Investimento em Soluções Inovadoras			Alto Investimento em Soluções Inovadoras		

Fonte: Autor (2024)

## 5.2 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS

Após a construção dos cenários, foram identificadas 15 critérios para comporem a análise das alternativas nos diferentes tipos maquinários em todos os cenários avaliados.

- Capacidade de Abate (Animais): Número de animais que a máquina pode abater em um determinado período de tempo.
- Peso (Kg): Peso total da máquina, importante para manuseio, transporte e instalação.
- Preço (R\$): Custo da máquina em reais, essencial para planejamento financeiro e orçamento.
- Pressão de Trabalho (lbs): Nível de pressão que a máquina opera, geralmente relacionado à eficiência do processo de abate.

- Comprimento da Lâmina Reta (mm): Tamanho da lâmina reta utilizada na máquina, influenciando a precisão e a eficiência do corte.
- Vão de Corte (mm): Distância máxima entre as lâminas durante o corte, determinando a capacidade de corte de diferentes tamanhos de carcaças.
- Consumo (Watts): Quantidade de energia elétrica que a máquina consome, importante para estimar os custos operacionais.
- Velocidade de Corte (Rpm): Número de rotações por minuto da lâmina de corte, afetando a rapidez e a eficácia do processo de abate.
- Rotação (Rpm): Velocidade de rotação de componentes específicos da máquina, contribuindo para o desempenho geral.
- Potência (Cv): Força motriz da máquina, medida em cavalos-vapor, indicando a capacidade operacional.
- Rotação da Lâmina (Rpm): Velocidade de rotação da lâmina específica, influenciando a qualidade e a rapidez do corte.
- Abertura das Lâminas (mm): Distância máxima que as lâminas podem abrir, permitindo o abate de animais de diferentes tamanhos.
- Tempo de Corte (s): Tempo necessário para realizar um corte completo, afetando a eficiência do processo.
- Pressão de Operação (bar): Pressão de operação da máquina, relacionada à força aplicada durante o abate.
- Velocidade da Lâmina (Rpm): Velocidade com que a lâmina se move, importante para a precisão e a eficácia do corte.

### 5.3 DEFINIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

As alternativas indicadas para compor as opções de maquinários deste trabalho foram selecionadas com base em uma entrevista com um especialista e funcionário do abatedouro público da cidade de Sumé/PB, e estão detalhadas nos seguintes tópicos.

#### 5.3.1 Insensibilizador Pneumático

O insensibilizador pneumático é uma máquina utilizada em abatedouros para atordoar os animais antes do abate. Esse equipamento opera utilizando ar comprimido para gerar um

impacto rápido e preciso na cabeça do animal, garantindo a perda de consciência de forma eficiente e humanitária, reduzindo o sofrimento do animal e atendendo às normas de bem-estar animal.

As alternativas, pré-selecionados de acordo com a importância para o especialista foram:

- (A1) *Jarvis – USSS-21* (Figura 11);
- (A2) *Brasil Frigo – ABP-C* (Figura 12);
- (A3) *Dal Pino – ATP-01* (Figura 13); e
- (A4) *Zana Traumagado* (Figura 14).

**Figura 11** – Insensibilizador Pneumático – Jarvis – USSS-21



Fonte: JARVIS (2024a)

**Figura 12** – Insensibilizador Pneumático – Brasil Frigo – ABP-C



Fonte: BRASILFRIGO (2024a)

**Figura 13** – Insensibilizador Pneumático – Dal Pino – ATP-01



Fonte: DALPINO (2024a)

**Figura 14** – Insensibilizador Pneumático – Zana Traumagado



Fonte: ZANA (2024)

### 5.3.2 Serra Elétrica para Corte de Carcaça

A serra elétrica para corte de carcaça é uma ferramenta utilizada no processamento de carne para dividir a carcaça em partes menores. Esse tipo de serra é projetado para cortar ossos e tecidos de forma rápida e eficiente, permitindo uma separação limpa e precisa das diferentes seções da carcaça, facilitando o processamento subsequente.

As opções, escolhidas previamente conforme a relevância para o especialista, foram:

- (A1) *Ki Junta – KJCPM* (Figura 15);
- (A2) *Emofrigo – FAM 4* (Figura 16); e
- (A3) *Dal Pino – DP1* (Figura 17).

**Figura 15** – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Ki Junta – KJCPM



**Fonte:** SERRASKI JUNTA (2024a)

**Figura 16** – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Emofrigo – FAM 4



**Fonte:** EMOFRIGO (2024a)

**Figura 17** – Serra Elétrica para Corte de Carcaça – Dal Pino – DP1



**Fonte:** DALPINO (2024b)

### 5.3.3 Serra Elétrica de Fita

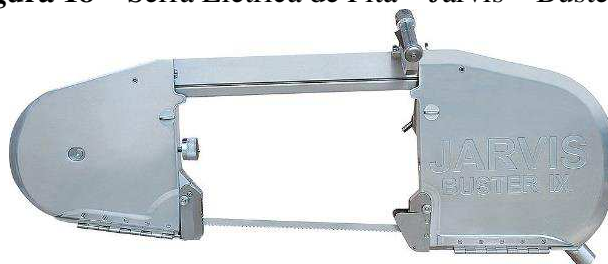
A serra elétrica de fita para corte de carcaças é um equipamento utilizado em frigoríficos e abatedouros para cortar carcaças de grandes animais. Este tipo de serra utiliza uma lâmina de fita contínua que se move a alta velocidade, proporcionando cortes precisos e uniformes. É ideal para operações que exigem alta produtividade e precisão no corte de carne e ossos.

As alternativas, selecionadas antecipadamente com base na importância para o especialista, foram:

- (A1) *Jarvis – Buster IX* (Figura 18);

- (A2) *Kentmaster – BM-V-SDB* (Figura 19);
- (A3) *General – Slim Line* (Figura 20);
- (A4) *Dal Pino – SFU-X* (Figura 21); e
- (A5) *NJHW – 01* (Figura 22).

**Figura 18** – Serra Elétrica de Fita – Jarvis – Buster IX



Fonte: JARVIS (2024b)

**Figura 19** – Serra Elétrica de Fita – Kentmaster – BM-V-SDB



Fonte: KENTMASTER (2024a)

**Figura 20** – Serra Elétrica de Fita – General – Slim Line



Fonte: GENERAL TESTERE (2024a)

**Figura 21** – Serra Elétrica de Fita – Dal Pino – SFU-X



Fonte: DALPINO (2024c)

**Figura 22** – Serra Elétrica de Fita – NJHW – 01



Fonte: ALIBABA (2024)

### 5.3.4 Serra Elétrica de Peito para Bovinos

A serra elétrica de peito para bovinos é uma máquina projetada especificamente para cortar o peito de bovinos durante o processo de abate. Essa serra é utilizada para abrir a cavidade torácica do animal, permitindo acesso aos órgãos internos para inspeção e remoção. É uma ferramenta essencial para garantir a segurança e a eficiência no processamento da carne bovina.

As opções, escolhidas de acordo com a prioridade para o especialista, foram:

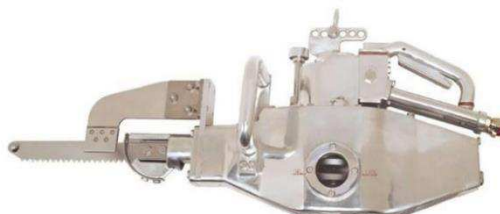
- (A1) *Ki Junta – KJP* (Figura 23);
- (A2) *Jarvis – MG-1BFQ* (Figura 24);
- (A3) *Kentmaster – HBB-II* (Figura 25);
- (A4) *Dal Pino – SP1* (Figura 26); e
- (A5) *General – Briket 4.0* (Figura 27).

**Figura 23** – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Ki Junta – KJP



Fonte: SERRASKI JUNTA (2024b)

**Figura 24** – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Jarvis – MG-1BFQ



Fonte: JARVIS (2024c)



**Figura 25** – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Kentmaster HBB-II



Fonte: KENTMASTER (2024b)

**Figura 26** – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – Dal Pino – SP1



Fonte: DALPINO (2024d)

**Figura 27** – Serra Elétrica de Peito para Bovinos – General – Briket 4.0



Fonte: GENERAL TESTERE (2024b)

### 5.3.5 Serra Elétrica para Corte de Chifres

A serra elétrica para corte de chifres é um equipamento utilizado para remover os chifres de bovinos de forma rápida e segura. Essa ferramenta é fundamental em operações de manejo animal, onde a remoção dos chifres pode ser necessária para evitar lesões entre os animais e facilitar o manejo no abatedouro.

As alternativas, previamente selecionadas segundo a importância atribuída pelo especialista, foram:

- (A1) *Ki Junta – KJCH* (Figura 28);
- (A2) *Jarvis – EBS-1H* (Figura 29);
- (A3) *Emofrigo – FAM 5* (Figura 30); e

- (A5) *Dal Pino – SCH1* (Figura 31).

**Figura 28** – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Ki Junta – KJCH



**Fonte:** SERRASKI JUNTA (2024c)

**Figura 29** – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Jarvis – EBS-1H



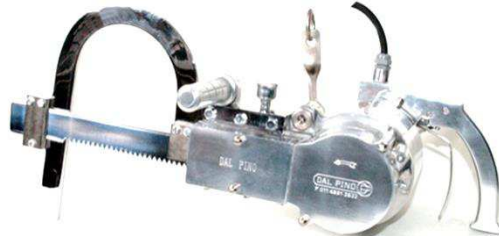
**Fonte:** JARVIS ANZ (2024a)

**Figura 30** – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Emofrigo – FAM 5



**Fonte:** EMOFRIGO (2024b)

**Figura 31** – Serra Elétrica para Corte de Chifres – Dal Pino – SCH1



**Fonte:** DALPINO (2024e)

### 5.3.6 Serra Elétrica Circular

A serra elétrica circular é um equipamento versátil utilizado no processamento de carne para cortes com precisão. A lâmina circular permite cortes rápidos e eficientes, sendo utilizada em diversas etapas do processamento de carcaças para dividir e preparar peças específicas de carne.

As opções, pré-selecionadas com base na relevância para o especialista, foram:

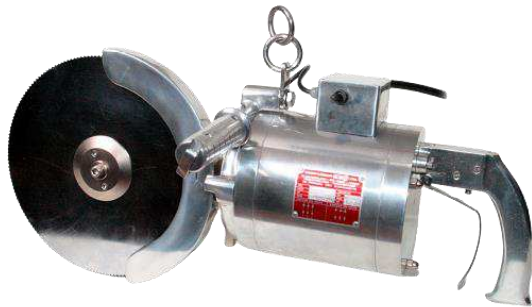
- (A1) *Jarvis – ECS-1* (Figura 32);
- (A2) *Dal Pino – SC3L* (Figura 33);
- (A3) *Kentmaster – Primal Beef* (Figura 34); e
- (A4) *Emofrigo – FAM 7* (Figura 35).

**Figura 32** – Serra Elétrica Circular – Jarvis – ECS-1



Fonte: JARVIS (2024d)

**Figura 33** – Serra Elétrica Circular – Dal Pino – SC3L



Fonte: DALPINO (2024f)

**Figura 34** – Serra Elétrica Circular – Kentmaster – Primal Beef



Fonte: KENTMASTER (2024c)

**Figura 35** – Serra Elétrica Circular – Emofrigo – FAM 7



Fonte: EMOFRIGO (2024c)

### 5.3.7 Alicates/Tesoura para Mocotó de Bovinos

O alicate ou tesoura para mocotó de bovinos é uma ferramenta manual utilizada para cortar e remover os mocotós (patas) dos bovinos durante o abate. Essa ferramenta é projetada para proporcionar cortes limpos e precisos, facilitando o processamento subsequente dos mocotós para uso em produtos alimentícios ou outros subprodutos.

As alternativas, escolhidas com antecedência conforme a importância para o especialista, foram:

- (A1) *Jarvis – 30CL-1* (Figura 36);
- (A2) *General – Procut 4.0* (Figura 37);
- (A3) *Dal Pino – TCHM-4* (Figura 38); e
- (A4) *Kentmaster – AHC-1* (Figura 39).

**Figura 36** – Alicate para Mocotó de Bovinos – Jarvis – 30CL-1



Fonte: JARVIS (2024e)

**Figura 37** – Tesoura para Mocotó de Bovinos – General – Procut 4.0



Fonte: GENERAL TESTERE (2024c)

**Figura 38** – Tesoura para Mocotó de Bovinos – Dal Pino – TCHM-4



Fonte: DALPINO (2024g)

**Figura 39** – Tesoura para Mocotó de Bovinos – Kentmaster – AHC-1



Fonte: KENTMASTER (2024d)

### 5.3.8 Esfoladora Pneumática

A esfoladora pneumática é uma máquina utilizada para remover a pele dos animais durante o processo de abate. Operando com ar comprimido, essa ferramenta proporciona uma remoção rápida e eficiente da pele, garantindo um acabamento de alta qualidade e reduzindo o tempo necessário para o processamento dos animais.

As opções, pré-selecionadas considerando a prioridade para o especialista, foram:

- (A1) *Jarvis – JC-III*A (Figura 40);
- (A2) *Jarvis – JC-IV*A (Figura 41);
- (A3) *Kentmaster – Turbo-III-A* (Figura 42); e
- (A4) *Kentmaster – Turbo-III-B* (Figura 43).

**Figura 40** – Efoladora Pneumática – Jarvis – JC-III



Fonte: JARVIS (2024f)

**Figura 41** – Efoladora Pneumática – Jarvis – JC-IV



Fonte: JARVIS ANZ (2024b)

**Figura 42** – Efoladora Pneumática – Kentmaster – Turbo-III-A



Fonte: KENTMASTER (2024e)

**Figura 43** – Efoladora Pneumática – Kentmaster – Turbo-III-B



Fonte: KENTMASTER (2024f)

## 5.4 MODELAGEM DO PROBLEMA NO MÉTODO MPSI

Nesta seção, será realizada a modelagem do problema utilizando o Método MPSI. O objetivo desta etapa é estruturar o problema para a geração de pesos dos critérios, garantindo que todos os critérios relevantes sejam considerados e avaliados adequadamente.

### 5.4.1 Para Insensibilizador Pneumático

A matriz de decisão pode ser visualizada na Tabela 1. Os critérios foram comparados em pares pelo tomador de decisão usando o Método MPSI. Posteriormente, o decisor preencheu a matriz de decisão, com os critérios: Capacidade de Abate (Animais), Peso (Kg), Preço (R\$) e Pressão de Trabalho (lbs).

**Tabela 1** – Matriz de Decisão do Insensibilizador Pneumático

<b>Alternativas/Critérios</b>	<i>Capacidade de Abate</i>	<i>Peso</i>	<i>Preço</i>	<i>Pressão de Trabalho</i>
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	300	16,3	20.470,22	245
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	250	18	18.800,00	190
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	250	7	14.121,00	190
<i>Zana Traumagado</i>	250	11	21.900,00	220

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, foi gerada a matriz normalizada, a partir das Equações 2 e 3, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2** – Matriz de Decisão Normalizada do Insensibilizador Pneumático

<b>Alternativas/Critérios</b>	<i>MAX</i>	<i>MIN</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>
	<i>Capacidade de Abate</i>	<i>Peso</i>	<i>Preço</i>	<i>Pressão de Trabalho</i>
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	1,0000	0,4294	0,6898	1,0000
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	0,8333	0,3889	0,7511	0,7755
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	0,8333	1,0000	1,0000	0,7755
<i>Zana Traumagado</i>	0,8333	0,6364	0,6448	0,8980

Fonte: Autor (2024)

A partir da matriz normalização, foi calculado o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios, utilizando a Equação 4. Após obter o resultado do ( $v_j$ ), o próximo passo foi o cálculo do valor de variação de preferência ( $p_j$ ), a partir da Equação 5. Finalizando a aplicação do método, foi realizado o cálculo do peso dos critérios ( $w_j$ ), que são determinados através da Equação 6, conforme mostra a Tabela 3.

**Tabela 3** – Matriz das Variáveis Calculadas do Insensibilizador Pneumático

Variáveis/Critérios	Capacidade de Abate	Peso	Preço	Pressão de Trabalho
$v_j$	0,8750	0,6137	0,7714	0,8622
$p_{ij}$	0,0208	0,2342	0,0754	0,0353
$w_{ij}$	0,0570	0,6405	0,2060	0,0965
$w_{ij}$ (%)	5,70%	64,05%	20,60%	9,65%

Fonte: Autor (2024)

De acordo com o resultado obtido com o Método MPSI, o critério de maior peso foi o Peso (Kg) com 0,6364 (64,05%), seguido dos critérios Preço (R\$) com 0,2060 (20,60%), Pressão de Trabalho (lbs) com 0,0965 (9,65%) e Capacidade de Abate (animais) com 0,0570 (5,70%).

#### 5.4.2 Para Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Na Tabela 4, é possível visualizar a matriz de decisão. Os critérios foram comparados par a par pelo tomador de decisão utilizando o método MPSI. Depois, o decisor completou a matriz com os critérios: Comprimento da Lâmina Reta (mm), Peso (Kg), Preço (R\$) e Vão de Corte (mm).

**Tabela 4** – Matriz de Decisão da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Alternativas/Critérios	Comprimento da Lâmina Reta	Peso	Preço	Vão de Corte
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	86	43	9.414,00	600
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	108	56	5.660,45	800
<i>Dal Pino - DP1</i>	86	54	13.922,26	610

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, foi gerada a matriz normalizada usando as Equações 2 e 3, conforme apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina Reta	Peso	Preço	Vão de Corte
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	0,7963	1,0000	1,0000	0,7500
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	1,0000	0,7679	0,6011	1,0000
<i>Dal Pino - DP1</i>	0,7963	0,7963	0,6762	0,7625

Fonte: Autor (2024)



A partir desta matriz normalizada, calculou-se o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios através da Equação 4. Com o resultado do ( $v_j$ ) em mãos, o próximo passo foi calcular o valor de variação de preferência ( $p_j$ ) usando a Equação 5. Por fim, realizou-se o cálculo do peso dos critérios ( $w_j$ ) com base na Equação 6, conforme ilustrado na Tabela 6.

**Tabela 6** – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

<b>Variáveis/Critérios</b>	<b>Comprimento da Lâmina Reta</b>	<b>Peso</b>	<b>Preço</b>	<b>Vão de Corte</b>
$v_j$	0,8642	0,8547	0,7591	0,8375
$p_{ij}$	0,0277	0,0321	0,0899	0,0397
$w_{ij}$	0,1462	0,1694	0,4748	0,2097
$w_{ij}$ (%)	14,62%	16,94%	47,48%	20,97%

Fonte: Autor (2024)

Os resultados do Método MPSI indicaram que o critério de maior peso foi o Preço (R\$) com 0,4748 (47,48%), seguido de Vão de Corte (mm) com 0,2097 (20,97%), Peso (Kg) com 0,1694 (16,94%) e Comprimento de Lâmina Reta com 0,1462 (14,62%).

#### 5.4.3 Para Serra Elétrica de Fita

A Tabela 7 apresenta a matriz de decisão, onde os critérios foram comparados em pares pelo tomador de decisão por meio do método MPSI. Posteriormente, o decisor preencheu a matriz de decisão com os critérios: Comprimento da Lâmina (mm), Consumo (watts), Peso (Kg) e Preço (R\$).

**Tabela 7** – Matriz de Decisão da Serra Elétrica de Fita

<b>Alternativas/Critérios</b>	<b>Comprimento da Lâmina</b>	<b>Consumo</b>	<b>Peso</b>	<b>Preço</b>
<i>Jarvis - Buster IX</i>	3226	2500	98,9	51.655,66
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	2896	1500	76	42.006,40
<i>General - Slim Line</i>	3230	4000	70	45.269,00
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	3040	2206	70	38.492,80
<i>NJHW - 01</i>	3180	2200	135	35.504,80

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, a matriz normalizada foi gerada a partir das Equações 2 e 3, como mostrado na Tabela 8.

**Tabela 8** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN
	Comprimento da Lâmina	Consumo	Peso	Preço
<i>Jarvis - Buster IX</i>	0,9988	0,6000	0,7078	0,6873
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	0,8966	1,0000	0,9211	0,8452
<i>General - Slim Line</i>	1,0000	0,3750	1,0000	0,7843
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	0,9412	0,6800	1,0000	0,9224
<i>NJHW - 01</i>	0,9845	0,6818	0,5185	1,0000

Fonte: Autor (2024)

Usando a matriz normalizada, calculou-se o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios, empregando a Equação 4. Após obter o valor do ( $v_j$ ), o próximo passo foi calcular o valor de variação de preferência ( $p_j$ ) com a Equação 5. Por fim, calculou-se o peso dos critérios ( $w_j$ ) usando a Equação 6, conforme a Tabela 9.

**Tabela 9** – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica de Fita

Variáveis/Critérios	Comprimento da Lâmina	Consumo	Peso	Preço
$v_j$	0,9642	0,6674	0,8295	0,8478
$p_{ij}$	0,0080	0,2010	0,1780	0,0585
$w_{ij}$	0,0179	0,4512	0,3996	0,1313
$w_{ij}$ (%)	1,79%	45,12%	39,96%	13,13%

Fonte: Autor (2024)

De acordo com os resultados do Método MPSI, o critério de maior peso foi Consumo (watts) com 0,4512 (45,12%), seguido por Peso (Kg) com 0,3996 (39,96%), Preço (R\$) com 0,1313 (13,13%) e Comprimento da Lâmina (mm) com 0,0179 (1,79%).

#### 5.4.4 Para Serra Elétrica de Peito para Bovinos

A matriz de decisão, visível na Tabela 10, foi preenchida pelo tomador de decisão após comparar os critérios em pares usando o método MPSI. Os critérios incluídos foram: Comprimento da Lâmina (mm), Peso (Kg), Preço (R\$) e Velocidade de Corte (rpm).

**Tabela 10** – Matriz de Decisão da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Critérios	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte
<i>Ki Junta - KJP</i>	290	27,5	7.322,00	2200
<i>Jarvis - MG-1BFQ</i>	290	28,6	9.623,00	3500
<i>Kentmaster HBB-II</i>	305	18	15.817,84	2400
<i>Dal Pino - SP1</i>	250	24	13.828,00	2200
<i>General - Brisket 4.0</i>	300	30	18.943,00	2200

Fonte: Autor (2024)

Posteriormente, gerou-se a matriz normalizada com base nas Equações 2 e 3, conforme demonstrado na Tabela 11.

**Tabela 11** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte
<i>Ki Junta - KJP</i>	0,9508	0,6545	1,0000	0,6286
<i>Jarvis - MG-1BFQ</i>	0,9508	0,6294	0,7609	1,0000
<i>Kentmaster HBB-II</i>	1,0000	1,0000	0,4629	0,6857
<i>Dal Pino - SP1</i>	0,8197	0,7500	0,5295	0,6286
<i>General - Brisket 4.0</i>	0,9836	0,6000	0,3865	0,6286

Fonte: Autor (2024)

A partir da matriz normalizada, foi calculado o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios com a Equação 4. Após obter o valor do ( $v_j$ ), procedeu-se ao cálculo do valor de variação de preferência ( $p_j$ ) utilizando a Equação 5. Finalmente, foi calculado o peso dos critérios ( $w_j$ ) através da Equação 6, como mostra a Tabela 12.

**Tabela 12** – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Variáveis/Critérios	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte
$v_j$	0,9410	0,7268	0,6280	0,7143
$p_{ij}$	0,0202	0,1060	0,2513	0,1045
$w_{ij}$	0,0419	0,2199	0,5214	0,2168
$w_{ij}$ (%)	4,19%	21,99%	52,14%	21,68%

Fonte: Autor (2024)

O Método MPSI revelou que o critério de maior peso foi o Peso (Kg) com 0,5214 (52,14%), seguido por Preço (R\$) com 0,2513 (25,13%), Velocidade de Corte (rpm) com 0,2168 (21,68%) e Comprimento da Lâmina (mm) com 0,0419 (4,19%).

#### 5.4.5 Para Serra Elétrica para Corte de Chifres

Conforme a Tabela 13, a matriz de decisão foi elaborada pelo tomador de decisão que comparou os critérios em pares através do método MPSI. Os critérios considerados foram: Comprimento da Lâmina (mm), Peso (Kg), Preço (R\$) e Rotação (rpm).

**Tabela 13** – Matriz de Decisão da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Critérios	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação
<i>Ki Junta - KJCH</i>	400	30	7322,00	1700
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	401	24	15799,80	1800
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	400	36	12862,00	1500
<i>Dal Pino - SCH1</i>	400	32	13828,12	1700

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, criou-se a matriz normalizada utilizando as Equações 2 e 3, como ilustrado na Tabela 14.

**Tabela 14** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação
<i>Ki Junta - KJCH</i>	0,9975	0,8000	1,0000	0,9444
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	1,0000	1,0000	0,4634	1,0000
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	0,9975	0,6667	0,5693	0,8333
<i>Dal Pino - SCH1</i>	0,9975	0,7500	0,5295	0,9444

Fonte: Autor (2024)

Com base na matriz normalizada, o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios foi calculado pela Equação 4. Após determinar o ( $v_j$ ), calculou-se o valor de variação de preferência ( $p_j$ ) com a Equação 5. O cálculo final do peso dos critérios ( $w_j$ ) foi feito usando a Equação 6, conforme Tabela 15.

**Tabela 15** – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Variáveis/Critérios	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação
$v_j$	0,9981	0,8042	0,6405	0,9306
$p_{ij}$	0,0000	0,0602	0,1780	0,0147
$w_{ij}$	0,0000	0,2381	0,7039	0,0580
$w_{ij}$ (%)	0,00%	23,81%	70,39%	5,80%

Fonte: Autor (2024)

Os resultados do Método MPSI mostraram que o critério de maior peso foi o Preço (R\$) com 0,7039 (70,39%), seguido de Peso (Kg) com 0,2381 (23,81%), Rotação (rpm) com 0,0580 (5,80%) e Capacidade de Abate (animais) com 0,000 (0,00%).

#### 5.4.6 Para Serra Elétrica Circular

A Tabela 16 exibe a matriz de decisão elaborada pelo tomador de decisão após comparar os critérios em pares com o método MPSI. Os critérios incluídos foram: Peso (Kg), Potência (cv), Preço (R\$) e Rotação da Lâmina (rpm).

**Tabela 16 – Matriz de Decisão da Serra Elétrica Circular**

Alternativas/Critérios	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina
<i>Jarvis - ECS-1</i>	31	2,5	15497,95	1600
<i>Dal Pino - SC3L</i>	32	3	19938,85	1600
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	21	2	17871,42	1400
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	35	2,5	16682,00	1500

Fonte: Autor (2024)

Posteriormente, foi gerada a matriz normalizada utilizando as Equações 2 e 3, conforme mostrado na Tabela 17.

**Tabela 17 – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica Circular**

Alternativas/Critérios	MIN	MAX	MIN	MAX
	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina
<i>Jarvis - ECS-1</i>	0,6774	0,8333	1,0000	1,0000
<i>Dal Pino - SC3L</i>	0,6563	1,0000	0,7773	1,0000
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	1,0000	0,6667	0,8672	0,8750
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	0,6000	0,8333	0,9290	0,9375

Fonte: Autor (2024)

Com base na matriz normalizada, calculou-se o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios através da Equação 4. Após obter o resultado do ( $v_j$ ), o próximo passo foi calcular o valor de variação de preferência ( $p_j$ ) com a Equação 5. Finalmente, calculou-se o peso dos critérios ( $w_j$ ) utilizando a Equação 6, como apresentado na Tabela 18.

**Tabela 18 – Matriz das Variáveis Calculadas da Serra Elétrica Circular**

Variáveis/Critérios	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina
$v_j$	0,7334	0,8333	0,8934	0,9531
$p_{ij}$	0,0980	0,0556	0,0268	0,0107
$w_{ij}$	0,5127	0,2908	0,1403	0,0562
$w_{ij}$ (%)	51,27%	29,08%	14,03%	5,62%

Fonte: Autor (2024)

Segundo os resultados do Método MPSI, o critério de maior peso foi Peso (Kg) com 0,5127 (51,27%), seguido de Potência com 0,2908 (29,08%), Preço (R\$) com 14,03 (14,03%) e Rotação da Lâmina (rpm) com 0,0562 (5,62%).

#### 5.4.7 Para Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos

A matriz de decisão, visualizada na Tabela 19, foi preenchida pelo tomador de decisão após comparar os critérios em pares utilizando o método MPSI. Os critérios considerados foram: Abertura das Lâminas (mm), Peso (Kg), Preço (R\$) e Tempo de Corte (s).

**Tabela 19** – Matriz de Decisão do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos

Alternativas/Critérios	Abertura das Lâminas	Peso	Preço	Tempo de Corte
Jarvis - 30CL-1	102	17,2	51.660,89	1,5
General - Procut 4.0	105	28	53.587,00	1,4
Dal Pino - TCHM-4	130	28	64.852,00	1,5
Kentmaster - AHC-1	90	20	58.729,00	1,2

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, gerou-se a matriz normalizada com base nas Equações 2 e 3, conforme mostrado na Tabela 20.

**Tabela 20** – Matriz de Decisão Normalizada do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN
	Abertura das Lâminas	Peso	Preço	Tempo de Corte
Jarvis - 30CL-1	0,7846	1,0000	1,0000	0,8000
General - Procut 4.0	0,8077	0,6143	0,9641	0,8571
Dal Pino - TCHM-4	1,0000	0,6143	0,7966	0,8000
Kentmaster - AHC-1	0,6923	0,8600	0,8796	1,0000

Fonte: Autor (2024)

A partir da matriz normalizada, calculou-se o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios através da Equação 4. Após obter o valor do ( $v_j$ ), calculou-se o valor de variação de preferência ( $p_j$ ) utilizando a Equação 5. Por fim, foi determinado o peso dos critérios ( $w_j$ ) através da Equação 6, conforme apresentado na Tabela 21.

**Tabela 21** – Matriz das Variáveis Calculadas do(a) Alicata/Tesoura para Mocotó de Bovinos

<b>Variáveis/Critérios</b>	<b>Abertura das Lâminas</b>	<b>Peso</b>	<b>Preço</b>	<b>Tempo de Corte</b>
$v_j$	0,8212	0,7721	0,9101	0,8643
$p_{ij}$	0,0501	0,1095	0,0248	0,0267
$w_{ij}$	0,2373	0,5186	0,1175	0,1266
$w_{ij}$ (%)	23,73%	51,86%	11,75%	12,66%

Fonte: Autor (2024)

Os resultados do Método MPSI indicaram que o critério de maior peso foi Peso (Kg) com 0,5186 (51,86%), seguido de Abertura das Lâminas com 0,2373 (23,73%), Tempo de Corte com 0,1266 (12,66%) e Preço (R\$) com 0,1175 (11,75%).

#### 5.4.8 Para Esfoladora Pneumática

A matriz de decisão, conforme mostrado na Tabela 22, foi elaborada pelo tomador de decisão após a comparação dos critérios em pares usando o método MPSI. Os critérios considerados foram: Peso (Kg), Preço (R\$), Pressão de Operação (bar) e Velocidade da Lâmina (rpm).

**Tabela 22** – Matriz de Decisão da Esfoladora Pneumática

<b>Alternativas/Critérios</b>	<b>Peso</b>	<b>Preço</b>	<b>Pressão de Operação</b>	<b>Velocidade da Lâmina</b>
<i>Jarvis - JC-III A</i>	1,30	25830,45	6,2	7000
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	1,40	25830,45	6	7000
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	1,24	29114,25	6	8500
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	1,24	29114,25	4	8500

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, a matriz normalizada foi gerada com base nas Equações 2 e 3, como apresentado na Tabela 23.

**Tabela 23** – Matriz de Decisão Normalizada da Esfoladora Pneumática

<b>Alternativas/Critérios</b>	<i>MIN</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>MAX</i>
	<i>Peso</i>	<i>Preço</i>	<i>Pressão de Operação</i>	<i>Velocidade da Lâmina</i>
<i>Jarvis - JC-III A</i>	0,9538	1,0000	1,0000	0,8235
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	0,8857	1,0000	0,9677	0,8235
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	1,0000	0,8872	0,9677	1,0000
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	1,0000	0,8872	0,6452	1,0000

Fonte: Autor (2024)

Utilizando a matriz normalizada, calculou-se o valor médio das avaliações normalizadas dos critérios através da Equação 4. Após obter o valor do ( $v_j$ ), foi realizado o cálculo do valor de variação de preferência ( $p_j$ ) usando a Equação 5. Finalmente, o peso dos critérios ( $w_j$ ) foi determinado com a Equação 6, conforme mostrado na Tabela 24.

**Tabela 24** – Matriz das Variáveis Calculadas da Esfoladora Pneumática

<b>Variáveis/Critérios</b>	<b>Peso</b>	<b>Preço</b>	<b>Pressão de Operação</b>	<b>Velocidade da Lâmina</b>
$v_j$	0,9599	0,9436	0,8952	0,9118
$p_{ij}$	0,0088	0,0127	0,0840	0,0311
$w_{ij}$	0,0641	0,0931	0,6149	0,2279
$w_{ij}$ (%)	6,41%	9,31%	61,49%	22,79%

Fonte: Autor (2024)

Os resultados do Método MPSI revelaram que o critério de maior peso foi Pressão de Operação (bar) com 0,6149 (61,49%), seguido por Velocidade da Lâmina (rpm) com 0,2279 (22,79%), Preço (R\$) com 0,0931 (9,31%) e Peso (Kg) com 0,0641 (6,41%).

## 5.5 MODELAGEM DO PROBLEMA NO MÉTODO WASPAS

Nesta seção, será realizada a modelagem do problema utilizando o Método WASPAS. O objetivo desta etapa é estruturar o problema de forma clara e sistemática, garantindo que todas as alternativas sejam avaliadas detalhadamente a partir dos pesos gerados pelo Método MPSI para a tomada de decisão.

### 5.5.1 Para Insensibilizador Pneumático

Depois de calcular os pesos dos critérios usando o Método MPSI, o Método WASPAS foi aplicado para gerar o ranking dos Insensibilizadores Pneumático. Assim, com base na Tabela 1, procedeu-se com a normalização dessa matriz de acordo com os princípios do Método WASPAS. Como o problema possuía critérios monotônicos de custo e benefício, foram utilizadas as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada representada na Tabela 25.



**Tabela 25** – Matriz Normalizada do Insensibilizador Pneumático

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Capacidade de Abate	Peso	Preço	Pressão de Trabalho
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,0570	0,6405	0,2060	0,0965
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	1,0000	0,4294	0,6898	1,0000
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	0,8333	0,3889	0,7511	0,7755
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	0,8333	1,0000	1,0000	0,7755
<i>Zana Traumagado</i>	0,8333	0,6364	0,6448	0,8980

Fonte: Autor (2024)

Dada a matriz de decisão, com o peso obtido para cada critério através do método MPSI (Tabela 25), bem como a matriz de decisão normalizada, temos como resultado as Tabelas 26 e 27, de acordo com a parcela WSM e WPM do método, por meio das Equações 9 e 10.

**Tabela 26** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM do Insensibilizador Pneumático

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Capacidade de Abate	Peso	Preço	Pressão de Trabalho	
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	0,0570	0,2751	0,1421	0,0965	0,5707
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	0,0475	0,2491	0,1548	0,0749	0,5262
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	0,0475	0,6405	0,2060	0,0749	0,9688
<i>Zana Traumagado</i>	0,0475	0,4076	0,1329	0,0867	0,6746

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 27** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM do Insensibilizador Pneumático

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Capacidade de Abate	Peso	Preço	Pressão de Trabalho	
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	1,0000	0,5820	0,9263	1,0000	0,5391
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	0,9897	0,5461	0,9427	0,9758	0,4972
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	0,9897	1,0000	1,0000	0,9758	0,9657
<i>Zana Traumagado</i>	0,9897	0,7486	0,9136	0,9897	0,6699

Fonte: Autor (2024)

Por fim, realizou-se o cálculo do critério generalizado conjunto (Q), por meio da Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada equipamento, variando o  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 28 mostra o resultado.

**Tabela 28** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 do Insensibilizador Pneumático

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Jarvis - USSS-22A</i>	0,5391	0,5470	0,5549	0,5628	0,5707	3
<i>Brasil Frigo - ABP-C</i>	0,4972	0,5044	0,5117	0,5189	0,5262	4
<i>Dal Pino - ATP-01</i>	0,9657	0,9665	0,9673	0,9680	0,9688	1
<i>Zana Traumagado</i>	0,6699	0,6710	0,6722	0,6734	0,6746	2

Fonte: Autor (2024)

Como pode ser observado, mesmo variando o valor de  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordenação manteve-se a mesma com a *Dal Pino – ATP-01* em primeiro lugar, seguido pela *Zana Traumagado*, pela *Jarvis – USSS-22A* e em último lugar ficou a *Brasil Frigo – ABP-C*.

### 5.5.2 Para Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Após calcular os pesos dos critérios utilizando o Método MPSI, aplicou-se o Método WASPAS para gerar o ranking das Serras Elétrica para Corte de Carcaça. Com base na Tabela 4, a matriz foi normalizada conforme os princípios do Método WASPAS. Devido aos critérios monotônicos de custo e benefício, utilizaram-se as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada apresentada na Tabela 29.

**Tabela 29** – Matriz Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina Reta	Peso	Preço	Vão de Corte
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,1462	0,1694	0,4748	0,2097
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	0,7963	1,0000	1,0000	0,7500
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	1,0000	0,7679	0,6011	1,0000
<i>Dal Pino - DP1</i>	0,7963	0,7963	0,6762	0,7625

Fonte: Autor (2024)

Utilizando a matriz de decisão e os pesos obtidos para cada critério pelo método MPSI (Tabela 29), juntamente com a matriz de decisão normalizada, obteve-se as Tabelas 30 e 31 conforme as parcelas WSM e WPM do método, através das Equações 9 e 10.

**Tabela 30** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina Reta	Peso	Preço	Vão de Corte	
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	0,1164	0,1694	0,4748	0,1573	0,9178
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	0,1462	0,1301	0,2854	0,2097	0,7713
<i>Dal Pino - DP1</i>	0,1164	0,1349	0,3210	0,1599	0,7322

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 31** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica para Corte de Carcaça

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina Reta	Peso	Preço	Vão de Corte	
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	0,9673	1,0000	1,0000	0,9415	0,9106
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	1,0000	0,9562	0,7854	1,0000	0,7510
<i>Dal Pino - DP1</i>	0,9673	0,9621	0,8305	0,9447	0,7302

Fonte: Autor (2024)

Em seguida, calculou-se o critério generalizado conjunto (Q) pela Equação 11, determinando a importância relativa total de máquina analisada, variando o  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 32 apresenta os resultados.

**Tabela 32** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica para Corte de Carça

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Ki Junta - KJCPM</i>	0,9106	0,9124	0,9142	0,9160	0,9178	1
<i>Emofrigo - FAM 4</i>	0,7510	0,7561	0,7611	0,7662	0,7713	2
<i>Dal Pino - DPI</i>	0,7302	0,7307	0,7312	0,7317	0,7322	3

Fonte: Autor (2024)

Como mostrado, mesmo variando  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordenação permaneceu a mesma: *Ki Junta – KJCPM* em primeiro lugar, seguida por *Emofrigo – FAM 4* e, por último, *Dal Pino – DPI*.

### 5.5.3 Para Serra Elétrica de Fita

Primeiro, os pesos dos critérios foram calculados usando o Método MPSI, e então o Método WASPAS foi aplicado para gerar o ranking das Serras Elétrica de Fita. A normalização da matriz foi realizada de acordo com os princípios do Método WASPAS, conforme indicado na Tabela 7. Com critérios monotônicos de custo e benefício, as Equações 7 e 8 foram utilizadas, resultando na matriz normalizada representada na Tabela 33.

**Tabela 33** – Matriz Normalizada da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN
	<i>Comprimento da Lâmina</i>	<i>Consumo</i>	<i>Peso</i>	<i>Preço</i>
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,0179	0,4512	0,3996	0,1313
<i>Jarvis - Buster IX</i>	0,9988	0,6000	0,7078	0,6873
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	0,8966	1,0000	0,9211	0,8452
<i>General - Slim Line</i>	1,0000	0,3750	1,0000	0,7843
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	0,9412	0,6800	1,0000	0,9224
<i>NJHW - 01</i>	0,9845	0,6818	0,5185	1,0000

Fonte: Autor (2024)

A partir da matriz de decisão e dos pesos obtidos pelo método MPSI (Tabela 33), juntamente com a matriz de decisão normalizada, obteve-se as Tabelas 34 e 35, de acordo com as parcelas WSM e WPM do método, utilizando as Equações 9 e 10.

**Tabela 34** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Consumo	Peso	Preço	
<i>Jarvis - Buster IX</i>	0,0179	0,2707	0,2828	0,0903	0,6617
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	0,0161	0,4512	0,3680	0,1110	0,9463
<i>General - Slim Line</i>	0,0179	0,1692	0,3996	0,1030	0,6897
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	0,0169	0,3068	0,3996	0,1211	0,8444
<i>NJHW - 01</i>	0,0177	0,3076	0,2072	0,1313	0,6638

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 35** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Consumo	Peso	Preço	
<i>Jarvis - Buster IX</i>	1,0000	0,7942	0,8710	0,9520	0,6585
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	0,9980	1,0000	0,9677	0,9782	0,9447
<i>General - Slim Line</i>	1,0000	0,6424	1,0000	0,9686	0,6222
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	0,9989	0,8403	1,0000	0,9894	0,8305
<i>NJHW - 01</i>	0,9997	0,8413	0,7692	1,0000	0,6469

Fonte: Autor (2024)

O critério generalizado conjunto (Q) foi então calculado através da Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada maquinário, variando o  $\lambda$  entre 0 e 1. Os resultados estão na Tabela 36.

**Tabela 36** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	Rank	$\lambda = 0,25$	Rank	$\lambda = 0,50$	Rank	$\lambda = 0,75$	Rank	$\lambda = 1$	Rank
<i>Jarvis - Buster IX</i>	0,6585	3	0,6593	3	0,6601	3	0,6609	4	0,6617	5
<i>Kentmaster - BM-V-SDB</i>	0,9447	1	0,9451	1	0,9455	1	0,9459	1	0,9463	1
<i>General - Slim Line</i>	0,6222	5	0,6391	5	0,6560	4	0,6728	3	0,6897	3
<i>Dal Pino - SFU-X</i>	0,8305	2	0,8340	2	0,8374	2	0,8409	2	0,8444	2
<i>NJHW - 01</i>	0,6469	4	0,6511	4	0,6554	5	0,6596	5	0,6638	4

Fonte: Autor (2024)

Como pode ser observado na Tabela 36, para  $\lambda$  igual a 1, o ranking das alternativas se apresenta da seguinte forma: *Kentmaster – BM-V-SDB* > *Dal Pino – SFU-X* > *General – Slim Line* > *NJHW – 01* > *Jarvis – Buster IX*. No entanto, para  $\lambda$  igual a 0,75, o ranking se apresenta da seguinte forma: *Kentmaster – BM-V-SDB* > *Dal Pino – SFU-X* > *General – Slim Line* > *Jarvis – Buster IX* > *NJHW – 01*.

Já para  $\lambda$  igual a 0,50 as alternativas se comportaram da seguinte forma: *Kentmaster – BM-V-SDB* > *Dal Pino – SFU-X* > *Jarvis – Buster IX* > *General – Slim Line* > *NJHW – 01*. E para  $\lambda$  entre 0 e 0,25, o ranking se apresentou da seguinte forma: *Kentmaster – BM-V-SDB* > *Dal Pino – SFU-X* > *Jarvis – Buster IX* > *NJHW – 01* > *General – Slim Line*.

Dependendo da escolha do tomador de decisão de considerar os maiores valores ou os menores de  $\lambda$ , o resultado do ranking das máquinas pode ser alterado. Porém, observa-se que para qualquer valor de  $\lambda$  a *Kentmaster – BM-V-SDB* apresentou o melhor resultado, e em segundo lugar ficou sempre a *Dal Pino – SFU-X* como opção.

#### 5.5.4 Para Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Após a determinação dos pesos dos critérios pelo Método MPSI, o Método WASPAS foi utilizado para criar o ranking das Serras Elétrica de Peito para Bovinos. A matriz foi normalizada conforme os princípios do Método WASPAS, como apresentado na Tabela 10. Utilizando critérios monotônicos de custo e benefício, as Equações 7 e 8 foram aplicadas, resultando na matriz normalizada da Tabela 37.

**Tabela 37** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,0419	0,2199	0,5214	0,2168
<i>Ki Junta - KJP</i>	0,9508	0,6545	1,0000	0,6286
<i>Jarvis - MG-1BFQ</i>	0,9508	0,6294	0,7609	1,0000
<i>Kentmaster HBB-II</i>	1,0000	1,0000	0,4629	0,6857
<i>Dal Pino - SP1</i>	0,8197	0,7500	0,5295	0,6286
<i>General - Brisket 4.0</i>	0,9836	0,6000	0,3865	0,6286

Fonte: Autor (2024)

Com a matriz de decisão e os pesos determinados pelo método MPSI (Tabela 37), e a matriz de decisão normalizada, foram geradas as Tabelas 38 e 39 conforme as parcelas WSM e WPM do método, utilizando as Equações 9 e 10.

**Tabela 38** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte	
<i>Ki Junta - KJP</i>	0,0399	0,1439	0,5214	0,1363	0,8415
<i>Jarvis - MG-1BFQ</i>	0,0399	0,1384	0,3967	0,2168	0,7918
<i>Kentmaster - HBB-II</i>	0,0419	0,2199	0,2414	0,1487	0,6518
<i>Dal Pino - SP1</i>	0,0344	0,1649	0,2761	0,1363	0,6116
<i>General - Brisket 4.0</i>	0,0412	0,1319	0,2015	0,1363	0,5110

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 39** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Velocidade de Corte	
<i>Ki Junta - KJP</i>	0,9979	0,9110	1,0000	0,9042	0,8221
<i>Jarvis - MG-IBFQ</i>	0,9979	0,9032	0,8672	1,0000	0,7816
<i>Kentmaster - HBB-II</i>	1,0000	1,0000	0,6692	0,9215	0,6167
<i>Dal Pino - SPI</i>	0,9917	0,9387	0,7178	0,9042	0,6042
<i>General - Brisket 4.0</i>	0,9993	0,8938	0,6092	0,9042	0,4920

Fonte: Autor (2024)

O cálculo do critério generalizado conjunto (Q) foi realizado pela Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada equipamento analisado, variando  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 40 apresenta esses resultados.

**Tabela 40** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica de Peito para Bovinos

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Ki Junta - KJP</i>	0,8221	0,8269	0,8318	0,8366	0,8415	1
<i>Jarvis - MG-IBFQ</i>	0,7816	0,7841	0,7867	0,7892	0,7918	2
<i>Kentmaster - HBB-II</i>	0,6167	0,6255	0,6342	0,6430	0,6518	3
<i>Dal Pino - SPI</i>	0,6042	0,6061	0,6079	0,6098	0,6116	4
<i>General - Brisket 4.0</i>	0,4920	0,4967	0,5015	0,5062	0,5110	5

Fonte: Autor (2024)

Observa-se que, mesmo com a variação de  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordem permaneceu inalterada: *Ki Junta – KJP* liderou, seguida por *Jarvis – MG-IBFQ*, *Kentmaster – HBB-II*, *Dal Pino – SPI* e, por último, *General – Brisket 4.0*.

### 5.5.5 Para Serra Elétrica para Corte de Chifres

Os pesos dos critérios foram calculados pelo Método MPSI e, em seguida, o Método WASPAS foi aplicado para obter o ranking das Serras Elétrica para Corte de Chifres. A normalização da matriz foi feita conforme os princípios do Método WASPAS, como mostrado na Tabela 13. Critérios monotônicos de custo e benefício foram utilizados, aplicando as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada na Tabela 41.

**Tabela 41** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,0000	0,2381	0,7039	0,0580
<i>Ki Junta - KJCH</i>	0,9975	0,8000	1,0000	0,9444
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	1,0000	1,0000	0,4634	1,0000
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	0,9975	0,6667	0,5693	0,8333
<i>Dal Pino - SCH1</i>	0,9975	0,7500	0,5295	0,9444

Fonte: Autor (2024)

Com a matriz de decisão e os pesos calculados pelo método MPSI (Tabela 41), e a matriz de decisão normalizada, foram obtidas as Tabelas 42 e 43, de acordo com as parcelas WSM e WPM do método, pelas Equações 9 e 10.

**Tabela 42** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação	
<i>Ki Junta - KJCH</i>	0,0000	0,1905	0,7039	0,0548	0,9492
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	0,0000	0,2381	0,3262	0,0580	0,6223
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	0,0000	0,1587	0,4007	0,0483	0,6078
<i>Dal Pino - SCH1</i>	0,0000	0,1786	0,3727	0,0548	0,6061

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 43** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MAX	Pontuação
	Comprimento da Lâmina	Peso	Preço	Rotação	
<i>Ki Junta - KJCH</i>	1,0000	0,9483	1,0000	0,9967	0,9451
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	1,0000	1,0000	0,5819	1,0000	0,5819
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	1,0000	0,9080	0,6726	0,9895	0,6043
<i>Dal Pino - SCH1</i>	1,0000	0,9338	0,6392	0,9967	0,5949

Fonte: Autor (2024)

Foi realizado o cálculo do critério generalizado conjunto (Q) pela Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada máquina analisada, variando o  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 44 apresenta esses resultados.

**Tabela 44** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica para Corte de Chifres

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	Rank	$\lambda = 0,25$	Rank	$\lambda = 0,50$	Rank	$\lambda = 0,75$	Rank	$\lambda = 1$	Rank
<i>Ki Junta - KJCH</i>	0,9451	1	0,9461	1	0,9471	1	0,9481	1	0,9492	1
<i>Jarvis - EBS-1H</i>	0,5819	4	0,5920	4	0,6021	3	0,6122	2	0,6223	2
<i>Emofrigo - FAM 5</i>	0,6043	2	0,6052	2	0,6060	2	0,6069	3	0,6078	3
<i>Dal Pino - SCH1</i>	0,5949	3	0,5977	3	0,6005	4	0,6033	4	0,6061	4

Fonte: Autor (2024)



Ao observar na Tabela 44, para  $\lambda$  entre 0,75 e 1, o ranking das alternativas se apresenta da seguinte forma: *Ki Junta – KJCH* > *Jarvis – EBS-1H 2* > *Emofrigo – FAM 5* > *Dal Pino – SCHI*. No entanto, para  $\lambda$  igual a 0,5, o ranking se apresentou da seguinte forma: *Ki Junta – KJCH* > *Emofrigo – FAM 5* > *Jarvis – EBS-1H 2* > *Dal Pino – SCHI*. E para  $\lambda$  entre 0 e 0,25 o ranking ficou nessa sequência: *Ki Junta – KJCH* > *Emofrigo – FAM 5* > *Dal Pino – SCHI* > *Jarvis – EBS-1H 2*.

Dependendo da escolha do decisor de considerar os maiores valores ou os menores de  $\lambda$ , o resultado do ranking dos equipamentos pode ser alterado. No entanto, observa-se que para qualquer valor de  $\lambda$  a serra *Ki Junta – KJCH* apresentou o melhor resultado, sendo a opção mais favorável em relação as outras alternativas.

### 5.5.6 Para Serra Elétrica Circular

Depois de calcular os pesos dos critérios com o Método MPSI, aplicou-se o Método WASPAS para gerar o ranking das Serras Elétrica Circular. A matriz foi normalizada conforme os princípios do Método WASPAS, com base na Tabela 16. Para critérios monotônicos de custo e benefício, foram usadas as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada apresentada na Tabela 45.

**Tabela 45** – Matriz de Decisão Normalizada da Serra Elétrica Circular

Alternativas/Critérios	MIN	MAX	MIN	MAX
	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,5127	0,2908	0,1403	0,0562
<i>Jarvis - ECS-1</i>	0,6774	0,8333	1,0000	1,0000
<i>Dal Pino - SC3L</i>	0,6563	1,0000	0,7773	1,0000
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	1,0000	0,6667	0,8672	0,8750
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	0,6000	0,8333	0,9290	0,9375

Fonte: Autor (2024)

Com a matriz de decisão e os pesos determinados pelo método MPSI (Tabela 45), e a matriz de decisão normalizada, foram geradas as Tabelas 46 e 47, de acordo com as parcelas WSM e WPM do método, através das Equações 9 e 10.



**Tabela 46** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica Circular

Alternativas/Critérios	MIN	MAX	MIN	MAX	Pontuação
	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina	
<i>Jarvis - ECS-1</i>	0,3473	0,2423	0,1403	0,0562	0,7861
<i>Dal Pino - SC3L</i>	0,3365	0,2908	0,1090	0,0562	0,7925
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	0,5127	0,1939	0,1217	0,0492	0,8774
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	0,3076	0,2423	0,1303	0,0527	0,7330

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 47** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica Circular

Alternativas/Critérios	MIN	MAX	MIN	MAX	Pontuação
	Peso	Potência	Preço	Rotação da Lâmina	
<i>Jarvis - ECS-1</i>	0,8190	0,9484	1,0000	1,0000	0,7767
<i>Dal Pino - SC3L</i>	0,8058	1,0000	0,9653	1,0000	0,7778
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	1,0000	0,8888	0,9802	0,9925	0,8647
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	0,7696	0,9484	0,9897	0,9964	0,7197

Fonte: Autor (2024)

O cálculo do critério generalizado conjunto (Q) foi realizado pela Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada maquinário analisado, variando  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 48 apresenta esses resultados.

**Tabela 48** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica Circular

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Jarvis - ECS-1</i>	0,7767	0,7791	0,7814	0,7838	0,7861	3
<i>Dal Pino - SC3L</i>	0,7778	0,7815	0,7851	0,7888	0,7925	2
<i>Kentmaster - Primal Beef</i>	0,8647	0,8679	0,8710	0,8742	0,8774	1
<i>Emofrigo - FAM 7</i>	0,7197	0,7230	0,7264	0,7297	0,7330	4

Fonte: Autor (2024)

Mesmo com a variação de  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordenação permaneceu a mesma: *Kentmaster – Primal Beef* em primeiro, seguida por *Dal Pino – SC3L*, *Jarvis – ECS-1*, e *Emofrigo – FAM 7* em último.

### 5.5.7 Para Alicates/Tesoura para Mocotó de Bovinos.

Primeiro, foram calculados os pesos dos critérios pelo Método MPSI, e então o Método WASPAS foi aplicado para gerar o ranking dos(as) Alicates/Tesouras para Mocotó de Bovinos. A normalização da matriz foi feita conforme os princípios do Método WASPAS, conforme mostrado na Tabela 19. Critérios monotônicos de custo e benefício foram considerados, utilizando as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada da Tabela 49.

**Tabela 49** – Matriz Normalizada do(a) Alicate/Tesoura para Mocotó de Bovinos

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN
	Abertura das Lâminas	Peso	Preço	Tempo de Corte
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,2373	0,5186	0,1175	0,1266
<i>Jarvis - 30CL-1</i>	0,7846	1,0000	1,0000	0,8000
<i>General - Procut 4.0</i>	0,8077	0,6143	0,9641	0,8571
<i>Dal Pino - TCHM-4</i>	1,0000	0,6143	0,7966	0,8000
<i>Kentmaster - AHC-1</i>	0,6923	0,8600	0,8796	1,0000

Fonte: Autor (2024)

Com a matriz de decisão e os pesos obtidos pelo método MPSI (Tabela 49), e a matriz de decisão normalizada, foram geradas as Tabelas 50 e 51, conforme as parcelas WSM e WPM do método, através das Equações 9 e 10.

**Tabela 50** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN	Pontuação
	Abertura das Lâminas	Peso	Preço	Tempo de Corte	
<i>Jarvis - 30CL-1</i>	0,1862	0,5186	0,1175	0,1013	0,9236
<i>General - Procut 4.0</i>	0,1917	0,3185	0,1133	0,1085	0,7320
<i>Dal Pino - TCHM-4</i>	0,2373	0,3185	0,0936	0,1013	0,7508
<i>Kentmaster - AHC-1</i>	0,1643	0,4460	0,1033	0,1266	0,8402

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 51** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Serra Elétrica de Fita

Alternativas/Critérios	MAX	MIN	MIN	MIN	Pontuação
	Abertura das Lâminas	Peso	Preço	Tempo de Corte	
<i>Jarvis - 30CL-1</i>	0,1862	0,5186	0,1175	0,1013	0,9236
<i>General - Procut 4.0</i>	0,1917	0,3185	0,1133	0,1085	0,7320
<i>Dal Pino - TCHM-4</i>	0,2373	0,3185	0,0936	0,1013	0,7508
<i>Kentmaster - AHC-1</i>	0,1643	0,4460	0,1033	0,1266	0,8402

Fonte: Autor (2024)

O cálculo do critério generalizado conjunto (Q) foi realizado pela Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada maquinário, variando  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 52 apresenta esses resultados.

**Tabela 52** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Serra Elétrica Circular

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Jarvis - 30CL-1</i>	0,9178	0,9192	0,9207	0,9221	0,9236	1
<i>General - Procut 4.0</i>	0,7209	0,7237	0,7265	0,7293	0,7320	4
<i>Dal Pino - TCHM-4</i>	0,7352	0,7391	0,7430	0,7469	0,7508	3
<i>Kentmaster - AHC-1</i>	0,8348	0,8362	0,8375	0,8389	0,8402	2

Fonte: Autor (2024)

Observa-se que, mesmo variando  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordenação não mudou: *Jarvis – 30CL-1* liderou, seguida por *Kentmaster – AHC-1*, *Dal Pino – TCHM-4*, e *General – Procut 4.0* em último.

### 5.5.8 Para Esfoladora Pneumática

Após calcular os pesos dos critérios pelo Método MPSI, aplicou-se o Método WASPAS para gerar o ranking das Esfoladoras Pneumática. A normalização da matriz foi realizada conforme os princípios do Método WASPAS, conforme mostrado na Tabela 22. Critérios monotônicos de custo e benefício foram considerados, utilizando as Equações 7 e 8, resultando na matriz normalizada da Tabela 53.

**Tabela 53** – Matriz Normalizada da Esfoladora Pneumática

Alternativas/Critérios	MIN	MIN	MAX	MAX
	Peso	Preço	Pressão de Operação	Velocidade da Lâmina
<b>Peso de Cada Critério</b>	0,0641	0,0931	0,6149	0,2279
<i>Jarvis - JC-III A</i>	0,9538	1,0000	1,0000	0,8235
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	0,8857	1,0000	0,9677	0,8235
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	1,0000	0,8872	0,9677	1,0000
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	1,0000	0,8872	0,6452	1,0000

Fonte: Autor (2024)

Com a matriz de decisão e os pesos obtidos pelo método MPSI (Tabela 53), e a matriz de decisão normalizada, obteve-se as Tabelas 54 e 55, conforme as parcelas WSM e WPM do método, através das Equações 9 e 10.

**Tabela 54** – Importância Relativa Total Baseada no Método WSM da Esfoladora Pneumática

Alternativas/Critérios	MIN	MIN	MAX	MAX	Pontuação
	Peso	Preço	Pressão de Operação	Velocidade da Lâmina	
<i>Jarvis - JC-III A</i>	0,0611	0,0931	0,6149	0,1877	0,9568
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	0,0568	0,0931	0,5951	0,1877	0,9326
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	0,0641	0,0826	0,5951	0,2279	0,9697
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	0,0641	0,0826	0,3967	0,2279	0,7713

Fonte: Autor (2024)

**Tabela 55** – Importância Relativa Total Baseada no Método WPM da Esfoladora Pneumática

Alternativas/Critérios	MIN	MIN	MAX	MAX	Pontuação
	Peso	Preço	Pressão de Operação	Velocidade da Lâmina	
<i>Jarvis - JC-III A</i>	0,9970	1,0000	1,0000	0,9567	0,9538
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	0,9923	1,0000	0,9800	0,9567	0,9304
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	1,0000	0,9889	0,9800	1,0000	0,9692
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	1,0000	0,9889	0,7638	1,0000	0,7553

Fonte: Autor (2024)

O cálculo do critério generalizado conjunto (Q) foi realizado pela Equação 11, para determinar a importância relativa total de cada equipamento, variando  $\lambda$  entre 0 e 1. A Tabela 56 apresenta esses resultados.

**Tabela 56** – Valores de Q com  $\lambda$  entre 0 e 1 da Esfoladora Pneumática

Alternativas/Sensibilidade	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,25$	$\lambda = 0,50$	$\lambda = 0,75$	$\lambda = 1$	Ranking
<i>Jarvis - JC-III A</i>	0,9538	0,9546	0,9553	0,9561	0,9568	2
<i>Jarvis - JC-IV A</i>	0,9304	0,9309	0,9315	0,9321	0,9326	3
<i>Kentmaster - Turbo-III-A</i>	0,9692	0,9693	0,9694	0,9695	0,9697	1
<i>Kentmaster - Turbo-III-B</i>	0,7553	0,7593	0,7633	0,7673	0,7713	4

Fonte: Autor (2024)

Mesmo variando  $\lambda$  entre 0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1, a ordem dos resultados não mudou: *Kentmaster – Turbo-III-A* em primeiro lugar, seguida por *Jarvis – JC-III A*, *Jarvis – JC-IV A*, e *Kentmaster – Turbo-III-B* em último lugar.

## 5.6 CONJUNTO DE MAQUINÁRIOS FAVORÁVEIS

Analisando os resultados obtidos nas Tabelas 28, 32, 36, 40, 44, 48, e 56, observa-se que as máquinas *Dal Pino – ATP-01*, *Ki Junta – KJCPM*, *Kentmaster – BM-V-SDB*, *Ki Junta – KJP*, *Ki Junta – KJCH*, *Kentmaster – Primal Beef*, *Jarvis – 30CL-1* e *Kentmaster – Turbo-III-A* alcançaram os melhores resultados na ordenação devido ao desempenho superior nos critérios que obtiveram maior peso: preço, consumo e pressão de operação. A Tabela 57 apresenta o conjunto de maquinários mais favoráveis após a aplicação dos métodos.

**Tabela 57 – Conjunto de Maquinários Favoráveis**

<b>Máquinas Propostas pela Aplicação</b>	
Insensibilizador Pneumático – <i>Dal Pino – ATP-01</i> 	Serra para Corte de Carcaça – <i>Ki Junta – KJCPM</i> 
Serra Elétrica de Fita – <i>Kentmaster – BM-V-SDB</i> 	Serra Elétrica de Peito para Bovinos – <i>Ki Junta – KJP</i> 
Serra para Corte de Chifres – <i>Ki Junta – KJCH</i> 	Serra Elétrica Circular – <i>Kentmaster – Primal Beef</i> 
Alicates para Mocotó de Bovinos – <i>Jarvis – 30CL-1</i> 	Esfoladora Pneumática – <i>Kentmaster – Turbo-III-A</i> 

**Fonte:** Autor (2024)

O *Dal Pino – ATP.01* foi o insensibilizador que obteve o melhor desempenho geral no ranking WASPAS, com uma pontuação variando de 0,9657 a 0,9688. A análise dos critérios mostra que ele se destacou principalmente no peso, onde obteve uma performance expressiva com um valor normalizado de 0,6405, que representa 64,05% de contribuição relativa para este critério. Além disso, ele também apresentou um bom desempenho no preço, com uma pontuação normalizada de 0,2060, o que corresponde a 20,60% de peso nesse critério. Portanto, *Dal Pino – ATP.01* se destaca principalmente por sua competitividade no critério de peso e custo.

Por sua vez, a *Ki Junta – KJCPM* é a serra que teve o melhor desempenho, com uma pontuação variando entre 0,9106 e 0,9178, independentemente da sensibilidade  $\lambda$ . A análise dos critérios mostra que esse equipamento se destacou no critério preço, obtendo uma pontuação normalizada de 0,4748, que representa 47,48% do peso total atribuído a esse critério. Além disso, o peso também foi um ponto forte, com uma pontuação de 0,1694, que corresponde a 16,94% do peso atribuído. Isso demonstra que o a serra se sobressaiu devido ao seu baixo custo e peso.

Enquanto isso, a Serra Elétrica de Fita – *Kentmaster – BM-V-SDB* obteve o melhor desempenho, obtendo pontuações que variaram de 0,9447 a 0,9463 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Esse equipamento se destacou principalmente no critério consumo, com uma pontuação normalizada de 0,4512, que corresponde a 45,12% do peso atribuído a esse critério, o mais influente na decisão. Além disso, o critério de peso também teve um desempenho importante, com uma pontuação normalizada de 0,3996, representando 39,96% do peso desse critério. Esses fatores fizeram com que a *Kentmaster* se destacasse como a escolha mais eficiente, principalmente devido ao seu baixo consumo de energia e peso reduzido.

Por outro lado, a Serra Elétrica de Peito para Bovinos – *Ki Junta – KJP* é o equipamento que obteve o melhor desempenho, com pontuações variando entre 0,8221 e 0,8415 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . A análise dos critérios mostra que ele se destacou no critério preço, com uma pontuação normalizada de 0,5214, que corresponde a 52,14% do peso atribuído a esse critério, o mais influente na decisão. O desempenho no critério de peso também foi relevante, com uma pontuação de 0,2199, representando 21,99% do peso desse critério. Assim, a *Ki Junta – KJP* se destacou por oferecer um excelente equilíbrio entre baixo preço e peso reduzido, justificando sua primeira posição no ranking.

Em contraste, a Serra para Corte de Chifres – *Ki Junta – KJCH* foi o equipamento com o melhor desempenho, com pontuações variando entre 0,9451 e 0,9492 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Na análise dos critérios, o equipamento se destacou principalmente no critério de peso, com uma pontuação normalizada de 0,2381, o que representa 23,81% do peso total desse critério. Além disso, o preço também foi um fator importante, com uma pontuação normalizada de 0,7039, correspondente a 70,39% do peso atribuído a esse critério. Esses resultados indicam que o *Ki Junta – KJCH* é extremamente competitivo, apresentando o melhor custo-benefício e peso adequado, o que justifica sua posição de liderança no ranking.

Por outro lado, a Serra Elétrica Circular – *Kentmaster – Primal Beef* destacou-se e foi o equipamento com melhor desempenho, com pontuações variando de 0,8647 a 0,8774 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . A análise dos critérios mostra que o equipamento se destacou

principalmente no critério peso, onde obteve uma pontuação normalizada de 0,5127, representando 51,24% do peso total atribuído a esse critério. Além disso, o preço também contribuiu significativamente para o bom desempenho do equipamento, com uma pontuação normalizada de 0,1403, o que equivale a 14,03% do peso desse critério. Esses resultados indicam que o *Kentmaster – Primal Beef* foi a escolha mais eficaz, combinando um bom equilíbrio entre peso e custo, o que o levou ao topo do ranking.

Em contrapartida, o Alicate para Mocotó de Bovinos – *Jarvis – 30CL-1* foi o que obteve o melhor desempenho, com pontuações variando entre 0,9178 e 0,9236 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . O desempenho foi significativo no critério peso, onde obteve uma pontuação normalizada de 0,5186, o que corresponde a 51,86% do peso atribuído a esse critério, o mais relevante na decisão. Além disso, o critério peso também apresentou um desempenho relevante, com uma pontuação normalizada de 0,1175, representando 11,75% do peso total. Esses resultados indicam que o *Jarvis – 30CL-1* foi a escolha mais eficaz, com uma excelente combinação entre o peso e o preço, justificando sua posição de liderança no ranking.

Por fim, a Esfoladora Pneumática – *Kentmaster – Turbo-III-A* foi o equipamento com o melhor desempenho, com pontuações variando entre 0,9692 e 0,9697 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . O critério mais relevante para esse equipamento foi a pressão de operação, com uma pontuação normalizada de 0,6149, o que corresponde a 61,49% do peso total atribuído a esse critério. Além disso, o critério velocidade da lâmina também apresentou um bom desempenho, com uma pontuação de 0,2279, representando 22,79% do peso. Isso significa que a *Kentmaster – Turbo-III-A* combina alta eficiência de pressão de operação e boa velocidade da lâmina, justificando sua liderança no ranking WASPAS.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise detalhada sobre a aplicação do Método MOMENTUM em abatedouros públicos, focando na seleção de maquinários e na análise de variáveis críticas para a eficiência operacional. A partir de metodologias como análise SWOT, matriz de impacto cruzado e correlação de Pearson, foram identificadas variáveis importantes como mão de obra, preço do produto, impacto ambiental, qualidade e higiene, além do apoio governamental, essenciais para a análise e planejamento estratégico do setor.

O ponto central do trabalho foi a comparação e seleção de maquinários utilizando os métodos MPSI e WASPAS, avaliando alternativas com base em critérios como capacidade de abate, peso, consumo de energia, preço, rotação e pressão de trabalho.

A análise indicou que o *Dal Pino – ATP-01* foi o insensibilizador que apresentou o melhor desempenho geral no ranking, com pontuações que variaram entre 0,9657 e 0,9688. A análise dos critérios revela que ele se sobressaiu especialmente no critério peso, alcançando uma performance notável, com um valor normalizado de 0,6405, representando uma contribuição relativa de 64,05%, o que corresponde ao critério mais relevante, com peso atribuído de 64%. Além disso, o insensibilizador também obteve um bom resultado no critério preço, com uma pontuação normalizada de 0,2060, equivalente a 20,60% do peso para esse critério.

O *Zana Traumagado* ficou em segundo lugar, com pontuações entre 0,6699 e 0,6746 nas sensibilidades de  $\lambda$ . Na análise dos critérios, observa-se que ele teve um bom desempenho também no critério peso, com uma pontuação normalizada de 0,6405, correspondente a 64,05% do peso atribuído a esse critério. O *Zana Traumagado* também se saiu relativamente bem na pressão de trabalho, obtendo 0,0965 (9,65%). Embora tenha ficado abaixo do *Dal Pino*, sua estabilidade nos dois critérios principais fez com que ele ocupasse uma posição de destaque.

A *Ki Junta – KJCPM*, por sua vez, foi a serra para corte de carcaça que apresentou o melhor desempenho, com uma pontuação variando entre 0,9106 e 0,9178, independentemente da sensibilidade  $\lambda$ . A avaliação dos critérios revela que este equipamento se destacou no critério de preço, alcançando uma pontuação normalizada de 0,4748, o que representa 47,48% do peso total atribuído a esse fator. Além disso, o peso também foi um diferencial, com uma pontuação de 0,1694, correspondendo a 16,94% do peso alocado. Isso evidencia que a serra se destacou por seu custo reduzido e sua eficiência de corte.



Seguida pela *EmoFrigo – FAM 4* ficou em segundo lugar no ranking WASPAS, com pontuações variando de 0,7510 a 0,7713. Ao examinar a matriz de variáveis calculadas, percebe-se que o desempenho mais significativo dessa serra ocorreu no critério vão de corte, onde obteve uma pontuação normalizada de 0,2097, equivalente a 20,97% do peso desse critério. Além disso, o critério comprimento da lâmina teve uma pontuação de 0,1462, que corresponde a 14,62% do comprimento, sendo outro fator relevante para sua boa colocação. Embora a *EmoFrigo – FAM 4* tenha ficado abaixo do *Ki Junta*, seu desempenho sólido em vão de corte e comprimento da lâmina a torna uma opção viável.

Para serra elétrica de fita, o modelo *Kentmaster – BM-V-SDB* apresentou o melhor desempenho, alcançando pontuações que variaram de 0,9447 a 0,9463 em diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Esse equipamento sobressaiu-se especialmente no critério de consumo, com uma pontuação normalizada de 0,4512, equivalente a 45,12% do peso atribuído a esse critério, o mais determinante na decisão. Além disso, o critério de peso também teve um resultado relevante, com uma pontuação normalizada de 0,3996, correspondendo a 39,96% do peso desse critério.

A *Dal Pino – SFU-X* também obteve uma posição de destaque, com pontuações variando de 0,8305 a 0,8444. O peso foi o critério de maior destaque para esse equipamento, com uma pontuação normalizada de 0,3996, o que representa 39,96% do peso do critério. Além disso, o consumo também foi relevante, com uma pontuação de 0,4512, equivalente a 45,12% do peso, o que fez a *Dal Pino* ter um desempenho consistente nesses dois critérios. Embora tenha ficado atrás da *Kentmaster*, seu desempenho sólido em peso e consumo de energia o torna uma opção competitiva no processo de escolha.

Entre as opções de serra elétrica de peito para bovinos avaliadas, a *Ki Junta – KJP* foi a que apresentou o melhor desempenho geral, apresentando pontuações que variaram de 0,8221 a 0,8415 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . A análise dos critérios revela que ela se sobressaiu no critério preço, com uma pontuação normalizada de 0,5214, correspondendo a 52,14% do peso atribuído a esse critério, o mais decisivo no processo de escolha. O critério de peso também teve um impacto significativo, com uma pontuação de 0,2199, representando 21,99% do peso desse fator.

A *Jarvis – MG-IBFQ* ficou em segundo lugar, com pontuações variando entre 0,7816 e 0,7972 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Ele se destacou no critério de velocidade de corte, onde obteve uma pontuação de 0,2168, o que corresponde a 21,68% do peso desse critério. Além disso, o critério comprimento da lâmina foi outro fator importante, com uma pontuação de 0,0419, representando 4,19% do peso. Esses resultados mostram que o *Jarvis – MG-IBFQ*

é uma opção muito competitiva, com bom desempenho tanto no comprimento da lâmina quanto na velocidade de corte, o que o posiciona como uma escolha viável e eficiente no processo de decisão.

Enquanto a *Ki Junta – KJCH* foi o equipamento com o melhor desempenho, registrando pontuações que variaram entre 0,9451 e 0,9492 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Na avaliação dos critérios, o equipamento destacou-se principalmente no critério de peso, com uma pontuação normalizada de 0,2381, representando 23,81% do peso total deste critério. Além disso, o preço também teve um papel decisivo, com uma pontuação normalizada de 0,7039, equivalente a 70,39% do peso atribuído a este fator. Esses resultados indicam que o *Ki Junta – KJCH* é altamente competitivo, oferecendo um excelente equilíbrio entre custo-benefício e peso ideal, o que justifica sua liderança no ranking.

Já o segundo lugar houve variação entre o *Jarvis – EBS-IH* e o *Emofrigo – FAM 5*, que foi influenciada pelas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ .

Para as sensibilidades  $\lambda = 0$ ,  $\lambda = 0,25$  e  $\lambda = 0,5$ , a *Emofrigo – FAM 5* obteve o segundo lugar, com pontuações que variaram de 0,6043 a 0,6060. O desempenho foi mais equilibrado no critério preço (com pontuação de 0,7039, equivalente a 70,39% do peso). Esse desempenho equilibrado fez com que ele ocupasse o segundo lugar nas sensibilidades mais baixas, quando os critérios financeiros (preço) têm maior peso.

Enquanto nas sensibilidades  $\lambda = 0,75$  e  $\lambda = 1$ , o *Jarvis – EBS-IH* assumiu o segundo lugar, com pontuações que variaram de 0,6122 a 0,6223. Isso ocorreu porque, com o aumento do valor de  $\lambda$ , o peso dado a critérios como rotação e peso se tornou mais importante. Teve um excelente desempenho nesses critérios, especialmente em peso, com uma pontuação de 0,2381 (23,81% do peso). Quando  $\lambda$  dá mais importância a esses critérios técnicos, a *Jarvis – EBS-IH* ganha vantagem sobre a *Emofrigo – FAM 5*.

A alternativa escolhida para a serra elétrica circular, conforme o estudo, foi a *Kentmaster – Primal Beef*, que se sobressaiu-se como o equipamento de melhor desempenho, com pontuações variando entre 0,8647 e 0,8774 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . A análise dos critérios revela que o equipamento se destacou principalmente no critério de peso, onde alcançou uma pontuação normalizada de 0,5127, representando 51,27% do peso total atribuído a esse fator. Além disso, o critério de preço também foi um fator relevante para o bom desempenho, com uma pontuação normalizada de 0,1403, equivalente a 14,03% do peso desse critério.

A *Dal Pino - SC3L* ficou em segundo lugar, com pontuações variando entre 0,7778 e 0,7925 nas sensibilidades de  $\lambda$ . Esse equipamento teve um desempenho expressivo no critério

potência, com uma pontuação normalizada de 0,2908, o que representa 29,08% do peso atribuído a esse critério, e também no critério de rotação da lâmina, com 0,0562, contribuindo com 5,62% do peso total. O desempenho equilibrado nesses dois critérios principais faz da *Dal Pino – SC3L* uma opção competitiva, ficando logo atrás da *Kentmaster* devido à sua combinação de potência e rotação de lâmina.

Para a remoção dos mocotós, o alicate/tesoura *Jarvis – 30CL-1* foi o equipamento de melhor desempenho, com pontuações variando de 0,9178 a 0,9236 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . O destaque foi no critério de peso, onde alcançou uma pontuação normalizada de 0,5186, representando 51,86% do peso atribuído a esse critério, o mais influente na decisão. Além disso, o critério preço também teve um resultado significativo, com uma pontuação normalizada de 0,1175, correspondendo a 11,75% do peso total.

A *Kentmaster – AHC-1* ficou em segundo lugar, com pontuações variando entre 0,8348 e 0,8402 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . Esse equipamento teve um desempenho forte no critério peso, com uma pontuação normalizada de 0,5186, representando 51,86% do peso desse critério, e também no critério de tempo de corte, com uma pontuação normalizada de 0,1266, representando 12,66% do peso. A *Kentmaster – AHC-1* apresentou uma boa combinação entre peso e tempo de corte, sendo uma opção competitiva e eficiente logo atrás da *Jarvis*.

A *Kentmaster – Turbo-III-A* foi a máquina com o melhor desempenho, apresentando pontuações que variaram entre 0,9692 e 0,9697 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . O critério mais influente para esse equipamento foi a pressão de operação, com uma pontuação normalizada de 0,6149, correspondendo a 61,49% do peso total atribuído a esse fator. Além disso, o critério de velocidade da lâmina também teve um bom desempenho, com uma pontuação de 0,2279, equivalente a 22,79% do peso total.

Seguida pela *Jarvis – JC-III-A*, com pontuações que variaram entre 0,9538 e 0,9568 nas diferentes sensibilidades de  $\lambda$ . O equipamento também apresentou um excelente desempenho no critério pressão de operação, com uma pontuação normalizada de 0,6149, o que representa 61,49% do peso total. No critério peso, obteve uma pontuação de 0,0641, semelhante ao primeiro colocado. A *Jarvis – JC-IV-A* apresentou um desempenho muito próximo ao da *Turbo-III-A*, especialmente nos critérios de pressão e velocidade, o que o coloca em uma posição altamente competitiva, logo atrás do primeiro.

Os resultados indicaram que a escolha de um conjunto adequado de maquinários é essencial para o bom funcionamento do abatedouro público da cidade de Sumé-PB, impactando diretamente diversas áreas do processo produtivo. Um conjunto bem selecionado de equipamentos pode otimizar a eficiência operacional, reduzindo o tempo de processamento e

umentando a capacidade produtiva, além de garantir que as operações estejam em conformidade com normas de segurança e higiene, preservando a qualidade dos produtos. Além disso, essa escolha afeta os custos de operação, minimizando gastos com manutenção e consumo de energia, e também contribui para a segurança dos trabalhadores, reduzindo riscos de acidentes. Outro aspecto importante é a sustentabilidade, pois maquinários modernos e eficientes podem ajudar a reduzir o impacto ambiental.

Dessa forma, a seleção de um conjunto de máquinas apropriado torna-se um fator determinante para o sucesso e viabilidade do abatedouro. A seleção criteriosa das máquinas pode impactar diretamente os custos operacionais, além de contribuir para a modernização do setor, promovendo maior competitividade.

A construção de cenários prospectivos (pessimista, realista e otimista) forneceu uma visão estratégica do setor; com base nesses cenários, foi possível prever desafios como a escassez de mão de obra qualificada e os altos custos operacionais, além de identificar oportunidades de inovação tecnológica e expansão dos mercados, o que contribuiu para a escolha dos critérios e das alternativas.

Esta pesquisa contribuiu para a gestão estratégica de abatedouros, oferecendo insights sobre a seleção de maquinário e o planejamento de longo prazo, além de propor estratégias e soluções práticas que podem ser implementadas diretamente, reforçando a necessidade de inovação e políticas de incentivo para a modernização do setor.

O uso dos métodos MOMENTUM, MPSI e WASPAS demonstrou ser eficaz nas análises, construção de cenários, geração de peso dos critérios e ordenação das alternativas, servindo de base para futuras tomadas de decisão. Para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação do escopo, incorporando novos critérios e alternativas, além de estudos em diferentes contextos agroindustriais.

## REFERÊNCIAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Exportações brasileiras de carne bovina**, 2021.

AGRO2. **Produção de carne bovina bate recorde e cresce mais de 11% em 2023 no Brasil**. Disponível em: <https://agro2.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

AGRON AGRONEGÓCIOS ONLINE. **Recorde histórico na produção de carne bovina em 2023**. Disponível em: <https://agron.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

ALIBABA. **Slaughter equipment pig carcass splitting saw**. Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/Slaughter-Equipment-Pig-Carcass-Splitting-Saw-1600051136070.html?spm=a2700.7724857.0.0.692a1f70Dj3aq4>. Acesso em: 4 ago. 2024.

ALMEIDA, J. S.; SILVA, L. R.; OLIVEIRA, M. A. **Tecnologias emergentes na agricultura de precisão**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, 2020.

BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. **MACBETH: a theoretical framework for measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique**. In: XI th International Conference on MCDA (Multicriteria Decision Aid). 1994.

BELTON, Valerie *et al.* **Outranking methods**. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach, p. 233-259, 2002.

BELTON, Valerie; STEWART, Theodor. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Springer Science & Business Media, 2012.

BORDA, J. C. de. (1781). **Mémoire sur les élections au scrutin**. Paris L'Académie des Sciences, 1781. p. (Histoire de l'Académie des Sciences,), 1781.

BRANS, Jean Pierre; VINCKE, Philippe; MARESCHAL, Bertrand. **PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis**. ULB--Universite Libre de Bruxelles, 1984.

BRASILAGRO. **Exportações do agro alcançam US\$ 166,5 bi em 2023, + 4,8% que em 2022**. **Brasilagro**, 2024. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br>. Acesso em: 06 set. 2024.

BRASILFRIGO. **Atordoador pneumático ABP/C concussão**. Disponível em: <https://brasilfrigo.com.br/produto/atordoador-pneumatico-abp-c-concussao/>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

BRAUERS, Willem Karel; ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. **Control and cybernetics**, v. 35, n. 2, p. 445-469, 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. **O verdadeiro poder**. Falconi Editora, 2009.

CANAL RURAL. **Produção de carne bovina em 2023 bate recorde, segundo IBGE.** Disponível em: <https://canalrural.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CEPEA. **Preços do boi gordo oscilam, mas operam abaixo dos níveis de 2022.** Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CONDORCET, J.a.N.D.C. **Essai sur la constitution et les fonctions des Assemblées provinciales.** Paris, França: Academia de Ciências, 1788.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Participação do agronegócio no PIB brasileiro.** Relatório Econômico, 2023.

COPELAND, A.H. **A 'reasonable' social welfare function.** Michigan, USA: University of Michigan, 1951. p. (Seminar on Mathematics in Social Sciences,), 1951.

COSTA, Igor Pinheiro de Araújo *et al.* Choosing flying hospitals in the fight against the COVID-19 pandemic: structuring and modeling a complex problem using the VFT and ELECTRE-MOr methods. **IEEE Latin America Transactions**, v. 19, n. 6, p. 1099-1106, 2021.

COSTA, P. R.; LIMA, S. A.; SOUZA, F. A. **Sustentabilidade nos sistemas agroindustriais brasileiros.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, 2022.

DALPINO. **Atordoador pneumático para bovinos.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/atordoador-pneumatico-para-bovinos/>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

DALPINO. **Serra circular para ponta de agulha SC3L.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/serra-circular-para-ponta-de-agulha-sc3l/>. Acesso em: 4 ago. 2024f.

DALPINO. **Serra de fita carcaça bovinos e suínos SFUX.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/serra-de-fita-carcaca-bovinos-e-suinos-sfux/>. Acesso em: 4 ago. 2024c.

DALPINO. **Serra para corte de carcaça DP1.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/serra-para-corte-de-carcaca-dp1/>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

DALPINO. **Serra para corte de peito de bovinos SP1.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/serra-para-corte-de-peito-de-bovinos-sp1/>. Acesso em: 4 ago. 2024d.

DALPINO. **Serras para corte de chifres SCH1 e SCH4.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/serras-para-corte-de-chifres-sch1-e-sch4/>. Acesso em: 4 ago. 2024e.

DALPINO. **Tesoura hidráulica para mocotó TCHM4.** Disponível em: <https://loja.dalpino.com.br/produtos/tesoura-hidraulica-para-mocoto-tchm4/>. Acesso em: 4 ago. 2024g.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira *et al.* A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. **European Journal of operational research**, v. 250, n. 1, p. 179-191, 2016.

DE MOURA PEREIRA, Daniel Augusto *et al.* Development of strategic planning of a financial education company in Brazil: an approach based on the new Multicriteria Decision Analysis Method SWOT-DMS. **Procedia Computer Science**, v. 221, p. 681-688, 2023.

DE SIQUEIRA SILVA, Mateus José *et al.* A Comparative Analysis of Multicriteria Methods AHP-TOPSIS-2N, PROMETHEE-SAPEVO-M1 and SAPEVO-M: Selection of a Truck for Transport of Live Cargo. **Procedia Computer Science**, v. 214, p. 86-92, 2022.

DE SOUZA, Leandro Peçanha; GOMES, Carlos Francisco Simões; DE BARROS, Alexandre Pinheiro. Implementation of new hybrid AHP-TOPSIS-2N method in sorting and prioritizing of an it CAPEX project portfolio. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 17, n. 04, p. 977-1005, 2018.

DEZERT, Jean *et al.* **The SPOTIS rank reversal free method for multi-criteria decision-making support.** In: 2020 IEEE 23rd International Conference on Information Fusion (FUSION). IEEE, 2020. p. 1-8.

DIAKOULAKI, Danae; MAVROTAS, George; PAPAYANNAKIS, Lefteris. Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. **Computers & Operations Research**, v. 22, n. 7, p. 763-770, 1995.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Aplicação do Método Borda Pelo Novo Aplicativo BORDAPP Para Ordenação de Raças de Bovinos de Leite.** 2024a.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Aplicação do Método PROMETHEE-SAPEVO-M1 para Ordenamento de Aspersores para Irrigação Controlada de Jardins e Gramados.** 2024b.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Aplicação do método PROMETHEE-SAPEVO-M1 para ordenação de pulverizadores tratorizados para controle de pragas e fertilização em plantios de grãos.** 2023c.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Aplicação dos métodos AHP e TOPSIS para ordenação de colheitadeiras de grãos para realização de colheita em grandes áreas de cultivo.** 2023a.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Aplicação dos Métodos S.W.O.T-D.M.S E PrOPPAGA para Priorização e Gestão Estratégica da Terceirização de Máquinas e Operadores de uma Fábrica do Setor Moageiro.** 2024c.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Escolha de um caminhão para transporte de carga viva até abatedouros por meio do Método SAPEVO com único decisor (SAPEVO-M).** 2022.

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

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Framework Método Momentum em VBA (v.2) 2024.** 2024d.

DINIZ, Bruno Pereira *et al.* **Mapeamento e análise de cadeia de suprimentos: Associação Gestora da Usina de Beneficiamento de Lácteos (AGUBEL)**. 2023b.

DOS SANTOS, Felipe Barbosa; DOS SANTOS, Marcos. Choice of armored vehicles on wheels for the Brazilian Marine Corps using ProPPAGA. **Procedia Computer Science**, v. 199, p. 301-308, 2022.

EMBRAPA. **Pecuária de corte em 2023: efeitos do ciclo pecuário na produção no curto, médio e longo prazo no Brasil**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232238/1/DOC-291-Final-em-Alta.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2024.

EMOFRIGO. **Serra carcaça Super 4HP**. Disponível em: <https://www.emofrigo.com/produtos/serra-carcaca-super-4hp>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

EMOFRIGO. **Serra chifre 15HP**. Disponível em: <https://www.emofrigo.com/produtos/serra-chifre-15hp>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

EMOFRIGO. **Serra circular 25HP**. Disponível em: <https://www.emofrigo.com/produtos/serra-circular-25hp>. Acesso em: 4 ago. 2024c.

FONTELA, Emilio; GABUS, Andre. **DEMATEL, innovative methods**. 1974.

FORBES. Balança comercial: agronegócio exporta US\$ 166,55 bilhões em 2023. **Forbes Brasil**, 2024. Disponível em: <https://forbes.com.br>. Acesso em: 06 set. 2024.

FRANCO, M. R. **Caracterização do transporte rodoviário de bovinos de corte e seus efeitos no bem-estar animal e na qualidade da carcaça**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

GENERAL TESTERE. **Breastbone saw**. Disponível em: <https://generaltestere.com/en/breastbone-saw/>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

GENERAL TESTERE. **Carcass splitting saw**. Disponível em: <https://generaltestere.com/en/carcass-splitting-saw/>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

GENERAL TESTERE. **Leg cutting scissors**. Disponível em: <https://generaltestere.com/en/leg-cutting-scissors/>. Acesso em: 4 ago. 2024c.

GLIGORIĆ, Miloš *et al.* Novel hybrid MPSI–MARA decision-making model for support system selection in an underground mine. **Systems**, v. 10, n. 6, p. 248, 2022.

GODET, M. (1993). **Manual de prospectiva estratégica: da antecipação a ação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

GOMES, Carlos Francisco Simões *et al.* SAPEVO-M: a group multicriteria ordinal ranking method. **Pesquisa Operacional**, v. 40, p. e226524, 2020.



GOMES, Carlos Francisco Simões. **THOR—um algoritmo híbrido de apoio multicritério à decisão para processos decisórios com alternativas discretas**. Rio Janeiro: UFRJ, 1999.

GOMES, Carlos Francisco Simões; COSTA, Helder Gomes. Proposta do uso da visão prospectiva no processo multicritério de decisão. **Relatórios de pesquisa em engenharia de produção**, v. 13, n. 8, p. 94-114, 2013.

GOMES, Carlos Francisco Simões; COSTA, Helder Gomes; DE BARROS, Alexandre P. Sensibility analysis of MCDA using prospective in Brazilian energy sector. **Journal of Modelling in Management**, v. 12, n. 3, p. 475-497, 2017.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. **Tomada de decisão gerencial—enfoque multicritério**. 2ª edição—Editora Atlas. São Paulo, 2006.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.

HWANG, C; YOON, K. **Methods attribute decision making: Methods and application**. 1. Ed. New York: Springer, 1981.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Emprego e renda no setor agroindustrial**. Boletim de Conjuntura Econômica, 2023.

JARVIS ANZ. **4034060**. Disponível em: <https://jarvisanz.com.au/wp-content/uploads/2020/02/4034060.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

JARVIS ANZ. **EBS-1H electric horn removal saw**. Disponível em: <https://jarvisanz.com.au/product/ebs-1h-electric-horn-removal-saw/>. Acesso em: 4 ago. 2024a.  
JARVIS. **Bovinos JC3A**. Disponível em: [https://jarvis.com.br/bovinos\\_jc3a.html](https://jarvis.com.br/bovinos_jc3a.html). Acesso em: 4 ago. 2024f.

JARVIS. **Jarvis 30CL**. Disponível em: <https://jarvis.com.br/produtos/jarvis-30cl/>. Acesso em: 4 ago. 2024e.

JARVIS. **Jarvis Buster IX**. Disponível em: <https://jarvis.com.br/produtos/jarvis-buster-ix/>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

JARVIS. **Jarvis ECS-1**. Disponível em: <https://jarvis.com.br/produtos/jarvis-ecs-1/>. Acesso em: 4 ago. 2024d.

JARVIS. **Jarvis MG-1B e 1BFQ**. Disponível em: <https://jarvis.com.br/produtos/jarvis-mg-1b-e-1bfq/>. Acesso em: 4 ago. 2024c.

JARVIS. **Jarvis USSS-22A**. Disponível em: <https://jarvis.com.br/produtos/jarvis-uss-22a/>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

KEENEY, Ralph L.; RAIFFA, Howard; RAJALA, David W. Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs. **IEEE transactions on Systems, man, and cybernetics**, v. 9, n. 7, p. 403-403, 1976.

KENTMASTER. **AHC-1.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=2&CtgID=36&PrdID=AHC-1>. Acesso em: 4 ago. 2024d.

KENTMASTER. **BM-V-SB.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=1&CtgID=130&PrdID=BM-V-SB>. Acesso em: 4 ago. 2024a.

KENTMASTER. **HBB-II.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=1&CtgID=120&PrdID=HBB-II>. Acesso em: 4 ago. 2024b.

KENTMASTER. **SuperSpeed.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=1&CtgID=200&PrdID=SuperSpeed>. Acesso em: 4 ago. 2024c.

KENTMASTER. **TURBO-III-A.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=1&CtgID=100&PrdID=TURBO-III-A>. Acesso em: 4 ago. 2024e.

KENTMASTER. **TURBO-III-B.** Disponível em: <https://www.kentmaster.com/product.asp?CatID=3&CtgID=100&PrdID=TURBO-III-B>. Acesso em: 4 ago. 2024f.

KERŠULIENE, Violeta; ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras; TURSKIS, Zenonas. Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). **Journal of business economics and management**, v. 11, n. 2, p. 243-258, 2010.

KESHAVARZ-GHORABAEI, Mehdi *et al.* Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MERECE). **Symmetry**, v. 13, n. 4, p. 525, 2021.

LEÃO, Rafaela Firmino Da Costa *et al.* **Proposta para a Aquisição de um Novo Maquinário a partir da Aplicação de Ferramentas Gerenciais (Análise SWOT e Plano de Ação) e dos Métodos SAPEVO-M e AHP-Gaussiano em uma Propriedade Rural.** 2024.

MAÊDA, Sérgio Mitihiro do Nascimento *et al.* **The SAPEVO-M-NC Method.** In: MMBD/MLIS. 2021. p. 89-95.

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à pesquisa operacional.** São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.

MEIRELLES, Carmen Lúcia de Almeida; GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro. O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria de refino de petróleo. **Pesquisa Operacional**, v. 29, p. 451-470, 2009.

MENDES, C. R.; ROCHA, D. S. **O papel das cooperativas no desenvolvimento agroindustrial**. Estudos do Agronegócio, 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Exportações do agronegócio brasileiro**. Relatório Anual de Comércio Exterior, 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria n. 365, de 2021. **Dispõe sobre as normas e etapas do processo de abate de bovinos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/normas/portaria-365-2021>. Acesso em: 07 jun. 2024.

MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis *et al.* **PROMETHEE-SAPEVO-M1 a hybrid modeling proposal: multicriteria evaluation of drones for use in naval warfare**. In: Industrial Engineering and Operations Management: XXVI IJCIEOM, Rio de Janeiro, Brazil, July 8–11, 2020 26. Springer International Publishing, 2020. p. 381-393.

MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis. **Formulação de uma nova modelagem do método PROMETHEE**. Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, 2020.

NUNES, Paloma dos Santos Alves *et al.* **Gestão e Priorização Estratégica de uma Empresa do Setor Agropecuário através da Aplicação dos Métodos SWOT-DMS e SAPEVO-M**. 2024.

OLIVEIRA, T. F.; SANTOS, G. H. **Certificações e competitividade no agronegócio brasileiro**. Gestão e Produção Agroindustrial, 2023.

OPERATIONAL RESEARCH SOCIETY. **What is Operational Research?** Disponível em: <https://www.theorsociety.com/what-is-operational-research/>. Acesso em: 09 set. 2024.

OPRICOVIC, Serafim. Multicriteria optimization of civil engineering systems. **Faculty of civil engineering, Belgrade**, v. 2, n. 1, p. 5-21, 1998.

PEREIRA, D. A. M; DINIZ, B. P. **Engenharia de Segurança do Trabalho: Abordagem Multicritério de Tomada de Decisão em Casos Reais**. Campina Grande: Banm Editora, 2024.

PEREIRA, Daniel Augusto de Moura *et al.* **Priorização de Indicadores de Sustentabilidade a Partir do Método de Decisão Multicritério SAPEVO-M-NC: Um Estudo de Caso em um Arranjo Produtivo Local de Bovinocultura Leiteira**. 2024.

PEREIRA, R. M.; FERREIRA, A. L. **Desafios logísticos nos sistemas agroindustriais brasileiros**. Logística & Transporte, 2023.

ROY, Bernard. Classement et choix en présence de points de vue multiples. **Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle**, v. 2, n. 8, p. 57-75, 1968.

ROY, Bernard. Multicriteria methodology for decision aiding. **Springer Science & Business Media**, 2013.

RÚMICORTE. **Pecuária de corte em 2023: efeitos do ciclo pecuário na produção no curto, médio e longo prazo no Brasil.** Disponível em: <https://bovitech.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

SAATY, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SANTOS, Marcos dos; COSTA, Igor Pinheiro de Araujo; GOMES, Carlos Francisco Simões. Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 13, n. 1. 2021.

SANTOS, Marcos dos; GOMES, Carlos Francisco Simões; MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis, & COSTA, Igor Pinheiro de Araújo. (2023). **Ferramentas computacionais de apoio à tomada de decisão.** Edição dos autores. 1ª edição.

SCHOEMAKER, P. J. H. (1995). **Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking.** Sloan Management Review, 36(2): 25-40.

SCHWARTZ, P. **A arte da visão de longo prazo: planejando o futuro em um mundo de incertezas.** São Paulo – SP: Editora Best Seller, 2006.

SERRASKI JUNTA. **Serra de carcaça KJC-2.** Disponível em: [http://serraskijunta.com.br/Serra\\_de\\_carca\\_a-KJC\\_2.html](http://serraskijunta.com.br/Serra_de_carca_a-KJC_2.html). Acesso em: 4 ago. 2024a.

SERRASKI JUNTA. **Serra de chifres KJC.** Disponível em: [http://serraskijunta.com.br/Serra\\_de\\_chifres-KJC.html](http://serraskijunta.com.br/Serra_de_chifres-KJC.html). Acesso em: 4 ago. 2024c.

SERRASKI JUNTA. **Serra de peito KJP.** Disponível em: [http://serraskijunta.com.br/Serra\\_de\\_peito-KJP.html](http://serraskijunta.com.br/Serra_de_peito-KJP.html). Acesso em: 4 ago. 2024b.

SILVA, M. F. e PEREIRA, A. L. **Impacto econômico dos abatedouros públicos no desenvolvimento rural do Nordeste.** Revista Brasileira de Desenvolvimento Rural, Recife, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2023. Disponível em: <https://www.revistabdr.ufpe.br>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SILVA, Mateus José de Siqueira *et al.* **Escolha de um trator de pequeno porte para trabalhos diários em uma fazenda pecuária por meio do método multicritério de apoio a tomada de decisão AHP-GAUSSIANO.** 2023.

SOUSA, Karla Isabelle Alves de *et al.* **Priorização de Planejamento Interno e Externo de uma Indústria Alimentícia através do Métodos SWOT-DMS, 5W2H e SAPEVO-M.** 2024.

SOUZA, J. R. de. Avaliação da qualidade microbiológica da carne bovina em abatedouros públicos do Estado de São Paulo. **Revista de Ciência Animal**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 85-95, 2023. Disponível em: <https://www.revistasp.cienciaanimal.br>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SOUZA, V. A.; SILVA, M. E. **Coordenação e eficiência nos sistemas agroindustriais.** **Economia Agrícola**, 2021.

STANUJKIĆ, Dragiša *et al.* Comparative analysis of the simple WISP and some prominent MCDM methods: A Python approach. **Axioms**, v. 10, n. 4, p. 347, 2021.

TRANTAPHYLLOU, Evangelos. **Multi-criteria decision-making methods**. Springer Us, 2000.

VALE, Rodolpho Mendes *et al.* Selection Of A Pneumatic Stunner For An Agro-Industrial Beef Process Using The AHP And AHP-Gaussian Methods. **Revista SIMEP**, v. 2, n. 2, 2022.

VINCKE, P. **Multicriteria Decision-aid**. New York, John Wiley & Sons, 1992.

W. EDWARDS, J.R. N. **Multiattribute Evaluation**. Beverly Hills, v.1, n., p. 96, 1982.

YAZDANI, Morteza *et al.* **A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems**. *Management decision*, v. 57, n. 9, p. 2501-2519, 2019.

ZANA. **Produtos**. Disponível em: <https://zana.ind.br/products.html>. Acesso em: 4 ago. 2024.

ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras *et al.* Optimization of weighted aggregated sum product assessment. **Elektronika ir elektrotechnika**, v. 122, n. 6, p. 3-6, 2012.

ŽIŽOVIĆ, Mališa *et al.* Eliminating rank reversal problem using a new multi-attribute model—the RAFSI method. **Mathematics**, v. 8, n. 6, p. 1015, 2020.