

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**JARBAS ANCELMO DA SILVA JÚNIOR**

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS QUE AUMENTAM A SAÚDE E BEM-  
ESTAR DE BOVINOS PARA CORTE COM O AUXÍLIO DA  
MODELAGEM MULTICRITÉRIO**

**DISSERTAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

JARBAS ANCELMO DA SILVA JÚNIOR

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS QUE AUMENTAM A SAÚDE E BEM-ESTAR DE BOVINOS PARA CORTE COM O AUXÍLIO DA MODELAGEM MULTICRITÉRIO**

**Identification of practices that increase the health and welfare of beef cattle with use of multicriteria modeling.**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Departamento de Pós-graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

**PONTA GROSSA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



JARBAS ANCELMO DA SILVA JUNIOR

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS QUE AUMENTAM A SAÚDE E BEM-ESTAR DE BOVINOS PARA CORTE  
COM O AUXÍLIO DA MODELAGEM MULTICRITÉRIO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 22 de Novembro de 2021

Prof Joao Carlos Colmenero, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Aldo Braghini Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Cassiano Moro Piekarski, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Vanina Macowski Durski Silva, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 22/02/2022.

Dedico, primeiramente, a Deus pelo dom da vida, aos meus pais, Jarbas e Maria, à minha namorada, Natália e minha irmã Jaqueline.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e oportunidades que me tem dado e me guiado a sempre seguir o caminho correto.

À minha esposa, Natália, pelo companheirismo, amor e incentivo nos principais momentos em que precisei.

À minha família pelo apoio incondicional, carinho e cuidado, em especial aos meus pais, Jarbas e Maria, e a minha irmã, Jaqueline.

Ao meu orientador, João Carlos, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

À UTFPR e aos professores do PPGEP pelos ensinamentos que certamente contribuíram para o meu crescimento profissional e que fizeram parte da construção desta dissertação.

Gostaria de agradecer aos produtores que dedicaram seu tempo, com muito respeito e cuidado, prontos a atender todos os questionários necessários.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - CAPES pelo subsídio financeiro (Código de Financiamento 001) para a realização do mestrado e desta pesquisa.

E, por fim, a todos que de alguma forma se sentiram parte dessa grande fase, e que foi um marco na minha carreira profissional.

## RESUMO

Com consumidores cada vez mais exigentes e um forte avanço na legislação, a saúde e bem-estar animal tem ganhado destaque e importância. Dentro dessa temática tem-se questionado a criação de gado, em razão da sua representatividade, que estima-se ter mais de 1 bilhão de bovinos no mundo. Algumas empresas, em consequência disto têm proposto ações com seus fornecedores para melhorar a qualidade de vida dos animais, percebendo a tendência de mercado. Diante deste contexto, o objetivo deste estudo é identificar práticas que aumentem a saúde e bem-estar dos bovinos na produção de corte com o auxílio da modelagem multicritério. Para atingir este objetivo, é proposta a elaboração de uma modelagem multicritério, empregando os seguintes métodos: SWARA, para ponderar os critérios e *Fuzzy* TOPSIS, para ordenar e selecionar as alternativas. Os resultados definiram a utilização de seis critérios, estabelecendo o Peso e Condição Corporal como o mais importante. Através do modelo a alternativa A5, Densidade Populacional dos Animais foi eleita a principal prática. O modelo se apresentou flexível e útil para a solução do problema, atendendo às necessidades do produtor com a resposta de um ranqueamento confiável que auxilia a tomada de decisão.

Palavras-chave: saúde e bem-estar animal; *fuzzy* TOPSIS; SWARA; gado de corte.

## ABSTRACT

With increasingly consumers and a strong advance in legislation, animal health and welfare has gained prominence and importance. Inside this theme, a production that has been questioned is cattle raising, because of its representativeness, it is estimated that there are more than 1 billion cattle in the world. As a result, some companies have proposed actions with their suppliers to improve the quality of life of animals, perceiving the market trend. Given this context, the following objective is to identify practices that increase the health and welfare of cattle in beef production with the use of multicriteria modeling. To achieve this goal, the preparation of a multicriteria modeling is proposed, employing the following methods: SWARA, to weight the criteria and Fuzzy TOPSIS, to sort and select as alternatives. The results defined the use of six criteria, establishing the Body Weight and Condition as the most important. Through the model, the alternative A5, Animal Population Density was elected the main practice. The model is flexible and useful for solving the problem, meeting the producer's needs with the answer of a reliable ranking that helps decision making.

**Keywords:** animal health and welfare; fuzzy TOPSIS; SWARA; beef cattle.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Estrutura do trabalho.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2 - Metodologia do modelo proposto .....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro 1 - Estudos que testaram práticas na saúde e bem-estar animal.....</b>	<b>30</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis linguísticas de números <i>fuzzy</i> triangulares .....	45
Tabela 2 - Pontuação dos decisores .....	51
Tabela 3 - Classificação dos critérios pelo método Borda .....	52
Tabela 4 - Ordenação dos critérios .....	52
Tabela 5 - Pesos dos critérios do Decisor 1 .....	53
Tabela 6 – Pesos dos critérios do Decisor 2 .....	53
Tabela 7 – Pesos dos critérios do Decisor 3 .....	53
Tabela 8 – Pesos dos critérios do Decisor 4 .....	54
Tabela 9 – Pesos dos critérios do Decisor 5 .....	54
Tabela 10 – Peso total dos critérios .....	54
Tabela 11 – Matriz de decisão do Decisor 1 .....	55
Tabela 12 – Matriz de decisão do Decisor 2 .....	56
Tabela 13 – Matriz de decisão do Decisor 3 .....	56
Tabela 14 – Matriz de decisão do Decisor 4 .....	57
Tabela 15 – Matriz de decisão do Decisor 5 .....	57
Tabela 16 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> do Decisor 1 .....	58
Tabela 17 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> do Decisor 2 .....	58
Tabela 18 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> do Decisor 3 .....	59
Tabela 19 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> do Decisor 4 .....	60
Tabela 20 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> do Decisor 5 .....	60
Tabela 21 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> agregada .....	61
Tabela 22 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> normalizada .....	62
Tabela 23 – Matriz de decisão <i>fuzzy</i> ponderada.....	62
Tabela 24 – Distância FPIS ( $d_i +$ ) .....	63
Tabela 25 – Distância FNIS ( $d_i -$ ) .....	64
Tabela 26 – Coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) das alternativas.....	64
Tabela 27 – Ranking das alternativas.....	65
Tabela 28 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Peso e Condição Corporal (C1) .....	65
Tabela 29 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Taxa de Morbidade (C2)..	66
Tabela 30 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Taxa de Mortalidade (C3)	66
Tabela 31 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Comportamento dos Animais (C4) .....	66
Tabela 32 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Eficiência Reprodutiva (C5) .....	66
Tabela 33 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Respostas ao Manejo (C6) .....	67
Tabela 34 – Novos $CC_i$ com variações dos pesos do C1.....	67
Tabela 35 – Novos $CC_i$ com variações dos pesos do C2.....	67
Tabela 36 – Novos $CC_i$ com variações dos pesos do C3 .....	68

<b>Tabela 37 – Novos <i>CCi</i> com variações dos pesos do C4 .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabela 38 – Novos <i>CCi</i> com variações dos pesos do C5 .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabela 39 – Novos <i>CCi</i> com variações dos pesos do C6 .....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE SIGLAS

BBFAW	<i>Business Benchmark on Farm Animal Welfare</i>
BRD	Doença Respiratória Bovina
DM	<i>Decision Maker</i>
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
ESG	<i>Environmental, Social and corporate Governance</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FAWC	<i>Farm Animal Welfare Committee</i>
LCSA	<i>Life Cycle Sustainability Assessment</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCDM	<i>Multicriteria Decision-Making</i>
OIE	<i>Organization for Animal Health</i>
SH	Septicemia Hemorrágica
SWARA	<i>Stepwise Ratio Weight Assessment Ratio Analysis</i>

## LISTA DE ACRÔNIMOS

FUZZY	<i>Fuzzy Sets Theory</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
VIKOR	<i>Multi-criteria optimization and compromise solution</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema de pesquisa</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>18</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	19
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura do trabalho</b> .....	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Saúde e bem-estar animal</b> .....	<b>23</b>
2.1.1	Liberdade da Fome e Sede .....	23
2.1.2	Liberdade de dor, doença ou lesão .....	25
2.1.3	Liberdade do Desconforto .....	26
2.1.4	Liberdade do medo, estresse e da angústia .....	27
2.1.5	Liberdade do comportamento normal .....	28
<b>2.2</b>	<b>Estudo sobre saúde e bem-estar de gado</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>Método de decisão multicritério (MCDM)</b> .....	<b>31</b>
2.3.1	<i>Fuzzy Set Theory</i> .....	32
2.3.2	<i>Stepwise Ratio Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)</i> .....	33
2.3.3	<i>Fuzzy TOPSIS</i> .....	35
<b>2.4</b>	<b>Métodos multicritério aplicados à saúde e bem-estar animal</b> .....	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>Estruturação do problema</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Definição do problema</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3</b>	<b>Determinação dos critérios de priorização</b> .....	<b>41</b>
<b>3.4</b>	<b>Definição dos pesos dos critérios</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5</b>	<b>Elaboração da matriz de decisão</b> .....	<b>43</b>
<b>3.6</b>	<b>Ranqueamento das alternativas</b> .....	<b>44</b>
<b>3.7</b>	<b>Análise de sensibilidade</b> .....	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO INTEGRADO SWARA E FUZZY TOPSIS</b> .....	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da produção de gado de corte</b> .....	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>Definição da equipe de decisão</b> .....	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Definição dos critérios de seleção</b> .....	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Definição das alternativas</b> .....	<b>49</b>
<b>4.5</b>	<b>Cálculo dos pesos dos critérios</b> .....	<b>51</b>
<b>4.6</b>	<b>Elaboração da matriz de decisão</b> .....	<b>55</b>
<b>4.7</b>	<b>Aplicação do <i>fuzzy</i> TOPSIS</b> .....	<b>57</b>
<b>4.8</b>	<b>Análise de sensibilidade</b> .....	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b> .....	<b>76</b>

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE A - Definição do problema a ser estudado e caracterização do setor pecuário .....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE B - Definição do problema de pesquisa e caracterização do setor .....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE C – Questionário para validação dos critérios .....</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE D – Questionário ordenação dos critérios validados .....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE E - Comparação cada um dos critérios .....</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os consumidores têm se preocupado cada vez mais pela forma como os alimentos são produzidos e entregues ao mercado (MIRANDA DE LA LAMA *et al.*, 2017). Nesse assunto, as condições de criação dos animais têm ganhado destaque na sociedade moderna, envolvendo discussões a cerca dos desafios éticos a serem enfrentados (VENTURA *et al.*, 2016).

Neste sentido, Verdes *et al.* (2020), destacam o tema saúde e bem-estar animal, e a frequente revisão para a legislação do tema, em decorrência das exigências da sociedade. À medida que essa conscientização sobre o bem-estar animal aumenta, torna-se crítico, em todos os setores da indústria da carne bovina, que os esforços para melhorar as práticas de produção destes animais também aumente (MIRANDA DE LA LAMA *et al.*, 2017; VASCONCELOS *et al.*, 2017).

De acordo com MAPA (2019), há uma tendência, principalmente em países desenvolvidos, um alargamento de bases jurídicas para proteção da saúde e bem-estar animal, com o objetivo de eliminar práticas que provoquem um baixo nível de conforto dos animais de produção.

A perda de prestígio internacional e entrave ao acesso de produtos oriundos de animais em alguns mercados são alguns riscos que um país exportador pode correr caso não se atente para a crescente demanda política e comercial para adoção de práticas de bem-estar animal na pecuária (MAPA, 2019).

Muitas empresas vêm percebendo uma maior preocupação da sociedade para os temas que envolvam a forma com que os animais são criados. Em comunicado, o Walmart (2015) declarou que atendendo aos pedidos de seus clientes, solicitava aos seus fornecedores que envolvessem melhores padrões de medidas e relatórios de transparência em relação ao tratamento de animais de criação. Outras empresas também têm se preocupado com a temática, alguns casos incluem: McDonald's (McDonald's, 2014), Tyson Foods (Tyson Foods, 2015) e Aramark (Aramark, 2015).

O rebanho mundial de bovinos em 2020 foi superior a 1,5 bilhão de animais, sendo que desses 14,3% são provenientes do Brasil, o que supera 217 milhões de

bovinos (FAO, 2020). Em comparação com 2020, a projeção de exportação da carne bovina produzida no Brasil deve aumentar em torno de 8% em 2021 (USDA, 2020).

A Marfrig, maior fabricante de hambúrgueres do mundo e a segunda maior produtora global de carnes, assumiu o compromisso de aumentar o bem-estar animal em suas operações até o final de 2028, além de incluir o tema com um dos pilares de sustentabilidade da empresa (MARFRIG, 2020).

A JBS também tem investido em tornar-se uma empresa mais responsável e alinhada ao tema, em 2020 foram investidos R\$ 162,8 milhões e mais de 27 mil colaboradores, produtores e fornecedores foram treinados em bem-estar animal (JBS, 2019). Há uma tendência no mercado e empresas como a Marfrig, a JBS, Minerva, Tyson Foods, BRF tem percebido e incluído o tema entre seus pilares de *Environmental, Social and Governance* (ESG).

O ESG é resultado de uma iniciativa liderada pela Organização das Nações Unidas (ONU), onde 20 instituições financeiras de 9 países se reuniram para desenvolver diretrizes e recomendações para questões ligadas a sociedade, ao meio ambiente e de governança na gestão do mercado financeiro.

Em 2020, 95% das empresas de capital aberto do Brasil que adotam o ESG performaram melhor que índices de bolsas que não adotam esses critérios, de alguma forma isso representa que as empresas que estão olhando para o ESG são mais resilientes que seus pares de mercado que não adotam (BERTÃO, 2021).

A Business Benchmark on Farm Animal Welfare (BBFAW) é a principal medida global de gestão de bem-estar de animais, e é onde muitos importadores mundiais e restaurantes ranqueados estão consultando fornecedores para compras seguindo apelo dos consumidores.

De acordo com a BBFAW (2020), as empresas estão cada ano mais comprometidas com os temas relacionados com o bem-estar animal, das 150 empresas cadastradas, 91 estão empenhadas e priorizando gerenciar os riscos e oportunidades relacionados ao tema.

O termo “bem-estar” não possui uma definição única na bibliografia. Para Santeramo *et al.* (2019), pode estar relacionado a normalidade do funcionamento biológico, seu estado emocional e a sua capacidade em exprimir alguns comportamentos naturais. Em 1979 o Conselho de Bem-estar dos Animais de Fazenda do Reino Unido (FAWC) definiu o bem-estar, mas não restringindo-os, a cinco princípios, conhecido como as “Cinco Liberdades do Bem-estar Animal” sendo



elas: liberdade da fome e sede; liberdade do desconforto; liberdade de dor, doença ou lesão; liberdade do medo e da angústia; e liberdade de expressão do comportamento normal (MELLOR, 2016).

Deste modo, um protocolo de avaliação adequado e praticável do bem-estar animal requer a identificação e seleção de ações apropriadas para cada sistema produtivo (KAURIVI *et al.*, 2019). Em razão dos diferentes tipos de sistemas de produção e particularidade de cada um deles, Simon *et al.* (2016) defendem que essas medidas devem ser relevantes, replicáveis e comparáveis entre fazendas com sistemas produtivos semelhantes.

Em razão da amplitude e complexidade da temática, Florindo *et al.* (2018) relatam que um modo robusto, além de conceitual, de efetuar verificações complexas é por meio da aplicação de métodos de tomada de decisão de múltiplos critérios (Multicriteria decision making - MCDM).

Os métodos de decisão multicritério permitem tratar a análise de múltiplas alternativas predeterminadas frente a vários critérios de decisão, permitindo identificar, classificar, comparar e selecionar respostas para problemas complexos (HUANG *et al.*, 2011). A aplicação destes métodos permite a identificação de possíveis respostas submetidas a critérios, sendo capaz organizar alternativas de modo a atender as expectativas de decisão a ser tomada.

Porém, além de qualitativa, tais elementos podem estar sujeitos a imprecisões e incertezas e, até mesmo, a um certo grau de subjetividade, em razão do uso julgamentos de valor na sua formulação (FLORINDO *et al.*, 2018). Em virtude disso, Herva e Roca (2013), sugerem o uso do procedimento, que tem sido cada vez mais utilizado, *Fuzzy set theory* - Teoria dos Conjuntos Difusos. Este sistema nebuloso foi descrito, inicialmente por Zadeh (1965), como um conjunto de regras de equivalência e linguagem matemática capazes de reproduzir representações precisas do comportamento dos sistemas reais.

Para a determinação dos pesos dos critérios, em relação a prioridades dos especialistas, foi empregado o SWARA. Este método tem como vantagem a capacidade de avaliar a opinião dos especialistas e a relevância relativa a cada um dos critérios (KERSULIENE; ZAVADSKAS; TURSKIS, 2010).

Neste trabalho, propõe-se incorporar o método SWARA ao *FUZZY TOPSIS* para a seleção de melhores práticas visando aumentar a saúde e bem-estar de bovinos em sistemas de criação visando a produção de corte. O método TOPSIS é

reconhecidamente uma eficiente e poderosa técnica para classificar, selecionar e tomar decisões considerando uma série de alternativas determinadas externamente através de medidas de distanciamento (AMIN *et al.*, 2018). O que lhe garante algumas vantagens importantes como uma modelagem simples e logicamente compreensível, além da respeitável eficiência computacional (AMIN *et al.*, 2018). Ela foi aplicada para fazer a ordenação das alternativas.

### 1.1 Problema de pesquisa

Os consumidores têm dado cada vez mais atenção para o bem-estar animal e pela forma produtiva dos animais e as empresas têm percebido essa preocupação. Porém, segundo McKendree *et al.* (2018), os esforços de divulgação e estudos não têm acompanhado no mesmo ritmo. Os autores ainda acrescentam que as pesquisas têm se concentrado na disposição dos consumidores em pagar por atributos favoráveis ao bem-estar animal ou banir práticas produtivas que não atendam essas expectativas.

Lee e Thomson (2015) defendem que o estudo sobre o bem-estar animal deve envolver os produtores e veterinários, para que possam projetar para o campo e, desse modo, poder calibrar suas ferramentas de avaliação para avaliar a normalidade do bem-estar animal na fazenda a qualquer momento.

Há muitas avaliações e auditorias disponíveis, no entanto, o bem-estar deve ser medido no dia a dia, por quem trabalha diariamente com os próprios animais, e é por este motivo que medidas baseadas em resultados são essenciais para esta medição (LEE; THOMSON, 2015).

Deste modo, o seguinte problema de pesquisa é definido: **Quais práticas, viáveis e replicáveis, os produtores de gado de corte devem tomar para aumentar a saúde e bem-estar destes animais?**

### 1.2 Objetivos

Os objetivos, geral e específicos, os quais este trabalho se propõe alcançar são apresentados.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar práticas que aumentem a saúde e bem-estar dos bovinos na produção de corte com o auxílio da modelagem multicritério.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste estudo alguns objetivos específicos são estabelecidos:

- a) Determinar os critérios, que auxiliaram os decisores na tomada de decisão, a serem priorizados no estudo;
- b) Definir os pesos dos critérios de priorização através da opinião da equipe decisória, que são os especialistas que auxiliaram na tomada de decisão;
- c) Identificar as práticas (alternativas) viáveis e replicáveis;
- d) Propor uma modelagem multicritério de apoio a decisão coerente ao problema de priorização;
- e) Validar a modelagem multicritério, aplicando uma análise de sensibilidade.

## 1.3 Justificativa

As estimativas apontam para que entre 2010 e 2050, segundo FAO (2016), a produção de proteínas de origem animal cresça cerca de 1,7% ao ano, onde a produção da carne representará um aumento de 58% e laticínios 55%. Já para Escribano (2018), a expectativa é ainda mais elevada, espera-se que o consumo de carne aumente em torno de 73% até 2050, e para os produtos lácteos o crescimento seja algo entorno de 58%.

Porém, à medida que aumenta a demanda, crescem também os desafios em se atender esta procura de forma sustentável, acessível e responsável. Para Escribano (2018), o bem-estar animal e a sustentabilidade são inegociáveis, como reflexo das preocupações e desejos de muitos consumidores.

Em uma face alternativa, a sensibilidade ao bem-estar animal para indústrias pecuárias representa ganhos competitivos, pois, além das más condições do gado estarem frequentemente associadas a desempenhos produtivos reduzidos, precisam, também, projetar em seus produtos uma imagem favorável das práticas de bem-estar (HEMSWORTH; COLEMAN, 2011).

A saúde e bem-estar animal não é mais um tema do futuro, mas sim do presente. Muitas empresas já têm se movimentado para seguir um caminho mais sustentável e consciente, seja para concessão de incentivos ou por controles de fiscalização e inspeções de órgãos competentes.

O Inovagro disponibiliza linhas de crédito para produtores e cooperativas para adequarem seus sistemas produtivos para atendimentos as boas práticas de bem-estar. A linha de crédito financia capacitação de equipes, adequações de estruturas, investimentos em novas tecnologias destinadas a melhora do bem-estar animal e produção de alimentos mais seguros e com maior qualidade.

A legislação de bem-estar animal no Brasil se inicia com o Decreto nº 24.645 de julho de 1934, e estabelece medidas destinadas a proteção animal. Na Constituição Federal de 1988, artigo nº 225, atribui ao poder público a responsabilidade em proteger a fauna e a flora, vedando práticas que submetam animais a crueldade.

Em 2008, o MAPA, por meio de uma instrução normativa, estabeleceu procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar Animais de Produção e de Interesse Econômico (REBEM), que abrangem tanto transporte quanto sistemas produtivos.

Já em 2017, por meio de decreto, aprovou um novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal que tornam mais rígidas as inspeções e fiscalizações de produtos de origem animal, incluindo dentre os critérios a saúde e bem-estar animal, inclusive atribuindo à empresa a responsabilidade de rastreamento de seus fornecedores.

Neste sentido, produtores rurais carecem de diretrizes para tornarem suas atividades mais responsivas e em acordo com os anseios dos frigoríficos que da mesma forma estão atendendo aos desejos de seus consumidores e da sociedade em geral.

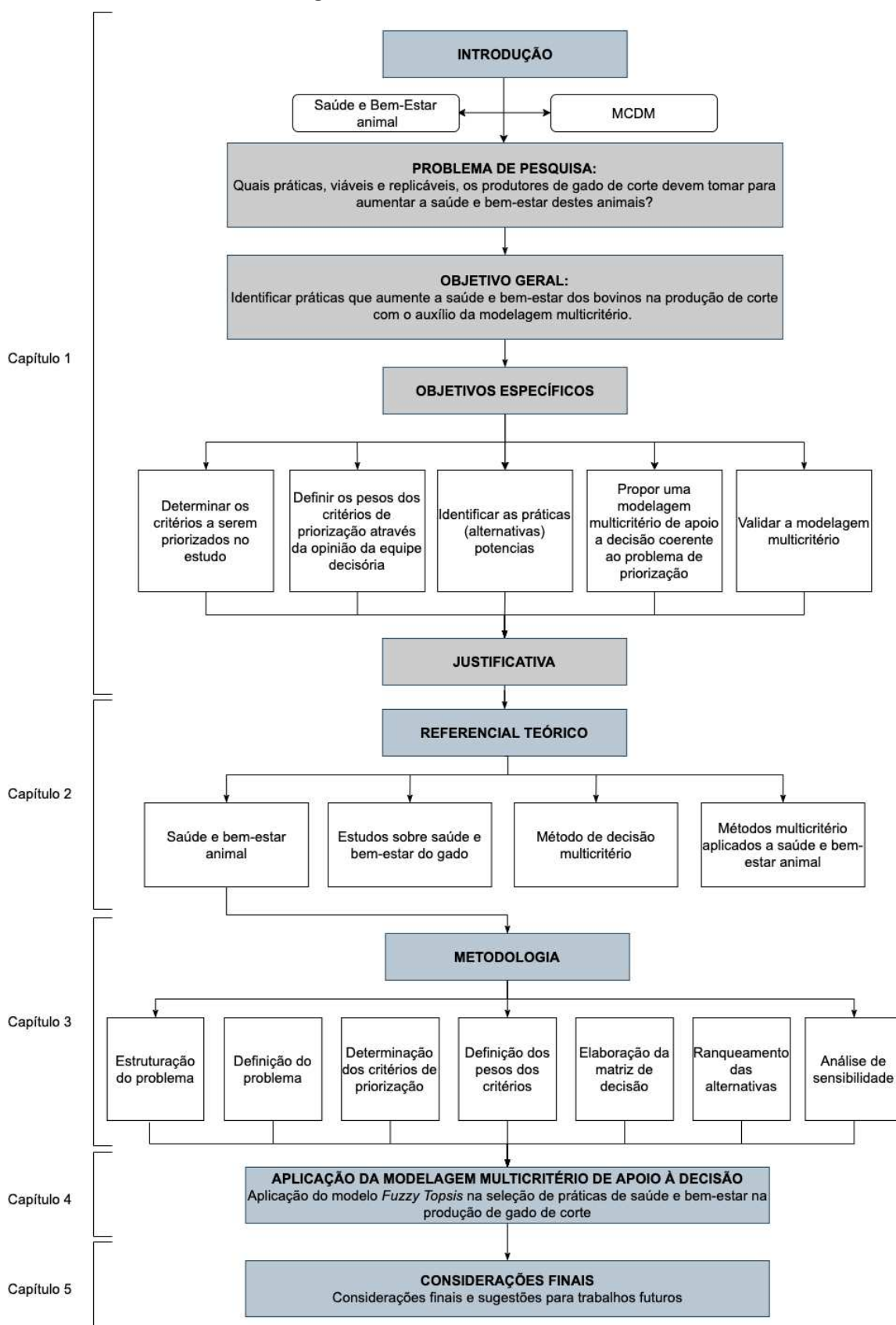
#### **1.4 Estrutura do trabalho**

A estrutura do trabalho é composta por cinco capítulos como pode ser observado na ilustração da Figura 1. No primeiro capítulo são apresentados a introdução, a justificativa e o problema de pesquisa, seguido dos objetivos geral e específicos a serem atingidos. No segundo capítulo é apresentada a revisão

bibliográfica, com as principais definições, conceitos e abordagens usados para o desenvolvimento do modelo integrado proposto.

No terceiro capítulo está a metodologia com o passo a passo do modelo integrado. No quarto capítulo a aplicação do modelo multicritério ao problema proposto, contendo todos os resultados obtidos. No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais do trabalho.

Figura 1 - Estrutura do trabalho



Fonte: Autoria própria (2021).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica. Alguns conceitos como Saúde e Bem-Estar Animal, critérios de seleção, métodos MCDM para seleção das práticas e aplicação do método TOPSIS associado com o *Fuzzy Set Theory* são apresentados.

### 2.1 Saúde e bem-estar animal

O conceito bem-estar animal tem sido frequentemente debatido pelas autoridades e sociedade em geral, devido sua importância e complexidade. Este termo, segundo Lee e Thomson (2015), surgiu na sociedade com a finalidade de expressar preocupações éticas sobre a qualidade de vida dos animais, principalmente, os utilizados por seres humanos na agricultura de produção.

As condições com que estes animais são manejados, atitudes do produtor com o rebanho, sistemas de alimentação mais intensivos e o ambiente de produção são alguns dos fatores que, também, podem interferir de forma negativa o bem-estar destes animais (COZZI *et al.*, 2009). A atitude dos manipuladores de gado é um fator muito importante, pois reduz o estresse do rebanho, como estudado por Tucker *et al.* (2015), melhorando assim a interação homem-animal e a qualidade de manejo dos animais.

Conforme publicado pela *Organization for Animal Health* (OIE) em 2008, o bem-estar de um animal, é associado a forma como ele lida com as condições em que vive. Um animal apresenta um bom estado de bem-estar se, como indicado em evidências científicas, for saudável, bem nutrido, confortável, seguro, capaz de expressar seus comportamentos naturais e não sofrer de condições desagradáveis – como dor, angústia e medo (LEE; THOMSON, 2015).

É o que trataremos nas subseções seguintes de forma mais aprofundada.

#### 2.1.1 Liberdade da Fome e Sede

A produção de gado tem sido constantemente utilizada como modelo de pesquisa para a investigação da fisiologia materna e a biologia de desenvolvimento

(COOKE, 2019). Assim como para as espécies humanas uma nutrição adequada é primordial para o desenvolvimento do gado, principalmente durante a gestação.

Durante a gestação, o desenvolvimento do feto, que é um processo complexo em que há diferentes sistemas sendo estabelecidos em esquemas distintos, é alimentado através do suprimento materno de nutrientes obtidos a partir do útero da mãe (ZINN et, 2017). Dessa forma é dada a importância de ela estar bem nutrida e saudável.

O atendimento da demanda alimentar do gado, acredita-se que, os proporciona satisfação por meio de confortos internos, que garante uma sensação de bem-estar hedônico (que é a felicidade através do prazer) aos animais (BECK; GREGORINI, 2020).

Beck e Gregorini (2020), trazem em seu estudo um comparativo da reação do estado nutricional do gado, mostrando que age de forma semelhante em seres humanos, com papel essencial no estresse oxidativo – que está relacionado a doenças.

A má nutrição do gado é uma das principais causas para o baixo rendimento, fragilidade do rebanho (tornando os animais altamente suscetíveis a doenças endêmicas), desnutrição e baixas taxas de reprodução (Pen *et al.*, 2009; Tanure *et al.*, 2011; Nampanya *et al.*, 2012).

As práticas alimentares inadequadas são um dos fatores determinantes, de acordo com Stahel *et al.* (2013), que limitam a produtividade. No mundo cresce a preferência por uso de suplementações orgânicas em substituições das rações convencionais, principalmente, após regulamentos da União Europeia em favor da pecuária orgânica.

Para exemplificar a importância de se oferecer uma nutrição adequada para o rebanho, Cooke (2019) trouxe em sua pesquisa, uma experiência promovida por Corah *et al.* (1975), onde 20 novilhas foram separadas em 2 grupos, em que o primeiro grupo foi alimentado em 100% e segundo 65% de suas necessidades energéticas estimadas durante os derradeiros 100 dias de gestação, como resultado foi observado que o primeiro grupo ganharam 36 kg, enquanto as novilhas do segundo grupo perderam 6 kg, já os bezerros deram à luz 2 kg a menos, e a mortalidade neonatal dos bezerros foi 10% no segundo grupo frente aos 3% observados no primeiro grupo.



Outro ponto que se deve destacar para conservar o rebanho confortável e, deste modo, garantir plenas condições de saúde e bem-estar para esses animais é a acessibilidade a água, e que seja limpa e corrente.

Uma situação que geralmente ocorre, principalmente em zonas ribeirinhas que usam as pastagens de forma irregular, é dentre outras consequências, a contaminação dos corpos d'água por bactérias, o que pode gerar, além dos impactos ambientais, aumento dos custos de suplementação alimentar e, conseqüentemente, minimiza o retorno econômico (TURNER *et al.* 2000; GANSKOPP, 2001; LAUNCHBAUGH; HOWERY, 2005; BUTT, 2010).

A localização dos bebedouros é algo que frequentemente é negligenciado pelos produtores, em decorrência disto o gado caminha longas distâncias para ter acesso a água, e, dessa forma, muitas das vezes o rebanho não ingere a quantidade de água adequada ou percorre um trajeto muito comprido para acessá-los.

Em acordo com ao que sugere Solano *et al.* (2018), que primeiro levantou a hipótese de que bebedouros mais bem localizados (no centro do pasto) encurtava a distância total percorrida pelo rebanho, resultando em distâncias de viagens totais e individuais mais curtas, se comparado a localizados em outras partes do pasto.

Posteriormente, Solano *et al.* (2018) com o objetivo de testar a hipótese levantada, comprovou que bebedouros localizados no centro da área da pastagem resultou em um deslocamento até 33% menor se comparado a outras localizações testadas.

### 2.1.2 Liberdade de dor, doença ou lesão

A saúde adequada é indispensável para o bem-estar e eficiência produtiva em todas as espécies animais. Um sistema imunológico robusto e bem desenvolvido é importante para os animais poderem suportar a multiplicidade de desafios inerentes as práticas produtivas atuais (COOKE, 2019).

Young *et al.* (2013) identificaram fatores como a falta de entendimento dos produtores sobre questões ligadas a saúde animal, inexistência de práticas de biossegurança, além de investimento ineficiente em práticas de prevenção e medicamentos como fatores agravantes para doenças endêmicas do gado, o que inclui febre aftosa, septicemia hemorrágica (SH) e parasitismo interno.

A Austrália por anos manteve o status de fornecedor preferido da carne bovina, pois entendeu a importância de se produzir em sistemas ambientalmente sustentáveis, com foco em gado livre de doenças, o que lhe permite um crescimento contínuo no mercado exportador (BELL *et al.*, 2011)

Enxergando essa vantagem competitiva que a Austrália conseguiu com anos de foco em produção de qualidade do seu gado, países da América do Sul vem conseguindo diminuir a lacuna gerada, isso porque tem percebido a importância de melhorar o estado de saúde dos animais (HYDE *et al.*, 2016).

### 2.1.3 Liberdade do Desconforto

A zona tropical, onde está concentrado a maior parte da produção agropecuária mundial, representa um território desafiador para os animais (DOMICIANO *et al.*, 2016). Os bovinos são homotérmicos e tem como característica a temperatura corporal interna que se mantém sempre constante, independentemente das variações climáticas, em razão de seus ajustes fisiológicos, metabólicos e comportamentais (SILANIKOVE, 2000).

Logo, a sua energia gasta para conservar a sua energia gasta em equilíbrio térmico pode resultar em perdas significativas de produtividade (GIRO *et al.*, 2019). Pesquisas recentes sugerem que as alterações climáticas comprometerão de forma significativa os sistemas baseados em pastagens, em virtude dos efeitos diretos causados pela radiação solar e aumento das temperaturas que o gado será submetido (NARDONE *et al.*, 2010).

Estima-se que que o aumento do estresse térmico resultará em perdas bilionárias para a indústria pecuária, em consequência da redução dos índices de desempenho, como decorrência do aumento da morbidade e mortalidade animal (ST-PIERRE *et al.*, 2003).

A incidência elevada de radiação solar em bovinos criados em pastagens não florestadas pode impor um desconforto térmico, que leva a modificações fisiológicas e comportamentais (SCHUTZ *et al.*, 2010). Este ambiente proporciona uma deficiência dissipação calórica, que está relacionado com o gradiente termal entre o ambiente e a superfície corporal do animal (GIRO *et al.*, 2019).

Dessa forma, segundo Collier e Gebremedhin (2015), essa alta temperatura corporal prejudica a termorregulação do animal, e pode influenciar seu

comportamento, aumentando sua inatividade (VIZZOTTO *et al.*, 2015) e minimizando o seu tempo de pastejo (SOUZA *et al.*, 2017). A termografia infravermelha tem sido empregada como uma alternativa para visualizar e monitorar as condições de saúde das ovelhas (PANTOJA *et al.*, 2017), búfalos (SILVA *et al.*, 2018), gado de corte (ROMANELLO *et al.*, 2018) e gado leiteiro (GIANESELLA *et al.*, 2018). Que funciona em contraste com os sensores retais utilizados atualmente para medição da temperatura central, estes métodos convencionais causam desconfortos aos animais, dado a sua característica invasiva (RIZZO *et al.*, 2017).

Hoje uma proposta que tem ganhado cada vez mais atenção é incorporação do componente florestal na integração lavoura-pecuária, que promete garantir uma maior segurança alimentar global, uma vez que promove a sinergia entre as plantas, o solo e os animais (SALTON *et al.*, 2014). Está tecnologia surge como uma alternativa para os modelos convencionais empregados na pecuária baseada em pastagens que, de acordo com Pontes *et al.* (2018), está fortemente ligada a sistema de monocultura o que promove a deficiência do solo e, conseqüentemente, das pastagens, resultando assim a produção de forragens de baixa qualidade e que minimiza o potencial de sequestro de carbono.

Outras vantagens proporcionadas pela disposição de árvores em áreas de pastagens para fins pecuários é que, conforme Canervalli *et al.* (2019), promovem alterações microclimáticas, onde as copas das árvores funcionam como quebra-ventos, sombreamento e minimiza a demanda evaporativa das plantas herbáceas (que favorece a umidade do ar).

Um benefício apontado pela Rosso (2018), para o sistema que integra árvores em detrimento dos sistemas convencionais (a pleno sol) é a procura por água em bebedouros, uma redução que pode chegar a 19%.

#### 2.1.4 Liberdade do medo, estresse e da angústia

O desmame, em particular, é uma fase que, se não realizado de forma adequada, pode gerar bastante estresse para os animais, tanto as mães quanto para os filhotes. No desmame tradicional, o bezerro é apartado da mãe e levado para locais distantes, onde não haja contato e segundo a Embrapa (2019), é comum que nesses sistemas os animais se estressem mais, passando um maior tempo caminhando,

diminuição da alimentação, ruminação e descanso, reduzindo assim a sua imunidade, tornando-o dessa forma mais propenso a doenças.

A partir de um projeto realizado desde 2014, a Embrapa (2019) com foco no bem-estar animal, tem colhido ótimos resultados produtivos por meio do processo, desmama racional, onde os animais são separados apenas por um corredor, mantendo o contato visual, olfativo e auditivo entre as mães e os bezerras.

Outro tipo de desmame, porém mais focado no tipo de produção em confinamento é o de quintal, que consiste em um processo de baixo estresse, em que os animais são adaptados ao manuseio, procedimentos de manejo e instalações, neste processo o gado se adaptaria melhor aos confinamentos que eles serão aplicados (GREENWOOD *et al.*, 2018).

Outro tema que tem ganhado destaque para os produtores e agentes interessados na temática de bem-estar animal é o tipo de manejo, pois se feito de modo correto e racional diminui o estresse nos animais manejados. Como foi comprovado a partir do estudo promovido por Lima *et al.*, (2017), onde vacas nelores foram divididas em dois grupos, expostas a manejos diferentes em currais, como resultado o grupo manipulado de modo adequada teve reduções significativas nos níveis de cortisol em comparação com o grupo com o manejo comum.

Porém, o que muito tem sido observado por pesquisadores é a falta de clareza que o manejo observacional provoca. Deste modo, alguns estudos têm proposto o manejo de precisão, como é o apresentado por Dutta *et al.* (2015), que apresenta o uso de coleira com sensores adaptadas a vacas que monitoram o seu comportamento, reduzindo as incertezas provocadas pelas observações humanas.

#### 2.1.5 Liberdade do comportamento normal

Duncan e Fraser (1997) já apontava as preocupações com o bem-estar animal iriam além da negatividade de estados afetivos, como a dor, e incluía a capacidade do animal em viver uma vida razoavelmente natural como um dos princípios.

Um sistema que tem ganhado cada vez mais espaço na forma de produção da pecuária é o confinamento, que apesar de apresentar bons rendimentos para o produtor tem os seus malefícios para a qualidade de vida dos animais, como apresentado pelo estudo promovido em 2012, pela *European Food Safety Authority*

(EFSA) que publicou um informativo científico sobre o bem-estar do gado condicionados em sistemas agrícolas destinados a produção de carne bovina.

A partir deste estudo, alguns dos principais problemas quando estes animais são submetidos a este sistema produtivo, foram apresentados, doenças respiratórias ocasionados pela superlotação, mistura de animais, ventilação inadequada, transtornos digestivos em razão da alimentação intensiva e concentrada, além de distúrbios comportamentais resultante da alta concentração de animais.

A inserção do gado no sistema de confinamento, que geralmente compreende as primeiras 8 semanas, de acordo com Duff e Galyen (2007), é uma das etapas mais críticas do ciclo produtivo da carne bovina, pois é quando o gado é exposto a diversos desafios estressantes e prejudiciais a saúde, o que afeta o bem-estar e produtividade destes animais.

O que inclui o transporte rodoviário, desmame, mistura com outros animais e exposição a novos ambientes e dietas (COOKE, 2019). Para Lippolis *et al.* (2017), o consumo de ração tende ser insuficiente durante este período de recebimento em razão do estresse provocado, o que dificulta o crescimento e a resistência imunológica.

Outra consequência provocada pela exposição inicial ao sistema de confinamento, como relatado por Snowden *et al.* (2006), é a elevada incidência de doença respiratória bovina (BRD), que ocorre mesmo quando há vacinação contra os patógenos da BRD e do empenho para diminuir o estresse nestes animais.

Em condições orgânicas, o desmame do bezerro envolve uma ampla transição que engloba a independência nutricional e social da mãe (LYNCH *et al.*, 2019). Entende-se que este processo de transição deve ocorrer de forma gradual, ao passo que o leite materno diminui haja um aumento da ingestão de alimentos sólidos e, conseqüentemente, a prole torna-se mais independente socialmente da mãe, aumentando a sua interação com seus pares (VEISSIER; LE NEINDRE, 1989; VEISSIER *et al.*, 1990)

Nos sistemas atuais, o gado, geralmente, é desmamado muito mais jovem do que o observado no desmame natural, e em razão disto é comum que os animais se estressem mais, pois envolvem rupturas sociais, novos ambientes e práticas de manejo (LYNCH *et al.*, 2019).

Quando envolve a produção intensiva de gado, como o que ocorre na produção de carne, o desmame precoce é comumente empregado, a bezerros entre

seis e nove meses, uma vez que maximiza o potencial reprodutivo da mãe (LYNCH *et al.*, 2019).

## 2.2 Estudo sobre saúde e bem-estar de gado

No Quadro 1 são apresentados alguns trabalhos desenvolvidos na área de saúde e bem-estar animal, onde foram testadas práticas que beneficiariam o gado. Serviram de base para propor as alternativas para o modelo desenvolvido.

**Quadro 1 - Estudos que testaram práticas na saúde e bem-estar animal**

Número	Autor	Estudo	Foco
1	Bach et al. (2008)	Neste estudo os autores, trouxeram um comparativo com rebanhos leiteiros de origem genética semelhante e alimentados com mesmo tipo de ração, e constataram uma variação de 56% na produção de leite, devido a fatores não dietéticos, ou seja, formas de manejo.	Manejo do Gado
2	Becl e Gregorini (2020)	É um estudo que comprova a semelhança do gado com o ser humano, quanto as reações do estado nutricional, que possui papel fundamental no estresse oxidativo – que está relacionado a doenças.	Nutrição Animal
3	Corah et al. (1975)	Trouxe uma pesquisa comparativa com animais divididos em dois grupos, onde cada grupo teve um grau de demanda energética atendida, como resultado, constataram que o grupo que melhor foi atendido a sua necessidade obteve resultados muito superiores.	Nutrição Animal
4	Solano et al. (2018)	Os autores comprovaram a hipótese de que bebedouros e comedouros melhores localizados resultariam em distâncias totais percorridas menores. Como resultado, obtiveram uma redução de 33% no deslocamento do gado para este fim comparado modelo convencional.	Localização de bebedouros e comedouros

**Quadro 1 - Estudos que testaram práticas na saúde e bem-estar animal**

5	Young <i>et al.</i> (2013)	Foi identificado fatores como a falta de entendimento dos produtores sobre questões ligadas a saúde animal, inexistência de práticas de biossegurança, além do baixo investimento em práticas de prevenção e medicamentos como fatores agravantes para doenças endêmicas do gado, o que inclui febre aftosa, septicemia hemorrágica (SH) e parasitismo interno.	Manejo do Gado
6	Embrapa (2018)	Neste estudo, foi constatado que em fazendas com árvores, que favorecem sombras para o gado, houve uma redução de 19% na procura por água em comparação com propriedades deficientes em sombreamento.	Sombreamento
7	Lina <i>et al.</i> (2017)	Vacas nelores foram divididas em dois grupos, expostas a manejos diferentes. Como resultado o grupo manipulado priorizando o bem-estar animal dos animais teve reduções significativas nos níveis de cortisol em comparação ao grupo com o manejo tradicional.	Manejo do Gado
8	EFSA (2012)	Foi realizado um estudo sobre a produção de corte de gado de confinamento, e foi constatado que estes animais estavam mais suscetíveis a doenças respiratórias e distúrbios comportamentais em razão da alta concentração de animais.	Densidade Populacional

Fonte: Autoria Própria (2021).

### 2.3 Método de decisão multicritério (MCDM)

Os métodos MCDM, geralmente, consistem em abordagens adequadas para classificar, definir e selecionar respostas para problemáticas complexas a partir de uma quantidade limitada de alternativas pré-estabelecidas (FLORINDO *et al.*, 2018). Estas técnicas são capazes de lidar com imprecisões e incertezas, além de critérios conflitantes que surgem ao longo do processo decisório (TZENG; HUANG, 2011).

Estes métodos de decisão multicritério MCDM permitem tratar a análise de múltiplas alternativas confrontados a variados critérios de decisão propiciando a seleção, ordenação, classificação ou descrição de um conjunto de alternativas em procedimentos decisórios complexos (HUANG *et al.*, 2011).

Os elementos comumente estão sujeitos a incertezas e até mesmo um certo grau de subjetividade, em razão do emprego de julgamentos de valor para a sua construção (FLORINDO *et al.*, 2018). Segundo Herva e Roca (2013), um procedimento que tem sido cada vez mais utilizado para minimizar essas distorções nos estudos de opinião, é a *Fuzzy Set Theory* (Teoria dos Conjuntos Difusos).

### 2.3.1 *Fuzzy Set Theory*

É normal que no processo decisório, algumas informações estejam incompletas ou incertas, e que precisem ser modeladas para poder representar as preferências do tomador de decisão (c). Neste sentido a lógica *fuzzy* tem sido largamente consolidada na modelagem multicritério de tomada de decisão, em razão da sua capacidade em lidar com modelos que envolvem incerteza (ABDULLAH, 2013).

As variáveis linguísticas são muito usadas, pois facilitam a capacidade de expressão dos atores responsáveis pela avaliação e decisão. Ao propor a teoria dos conjuntos *fuzzy*, Zadeh (1968) objetivou traduzir quantitativamente termos linguísticos apresentados de forma qualitativa, por meio de conjuntos *fuzzy* no universo de discurso de suas respectivas funções de pertencimento.

As variáveis linguísticas que são usadas para representar a opinião dos tomadores de decisão precisam estabelecer a estrutura *fuzzy* apropriada para tratar o problema decisório (LI *et al.*, 2007).

Os conjuntos *fuzzy* são empregados para representar matematicamente imprecisões e problemas que contenham incertezas (ZADEH, 1965).

Zadeh (1965) propõe para a teoria *Fuzzy* algumas definições, apresentadas a seguir:

Definição 1 – *Fuzzy Set*: Sendo  $X$  o universo de discurso, um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  é encontrado pela função associativa  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  que associa os componentes  $x$  em  $X$ , com valor no intervalo  $[0, 1]$ .



Definição 2 – Número *fuzzy*: trata-se de um número impreciso, representado como função de domínio [0,1]

Podendo ser descrito por  $\tilde{A}(a,b,c)$ , um número *fuzzy* triangular, tem a seguinte função de associação:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1)$$

Definição 3 – Considerando  $\tilde{A}_1(\alpha_1, b_1, c_1)$  e  $\tilde{A}_2(\alpha_2, b_2, c_2)$  números *fuzzy* triangulares, então:

$$(a) \tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = [\alpha_1 + \alpha_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2]$$

$$(b) \tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = [\alpha_1 - c_2, b_1 - b_2, c_1 - \alpha_2]$$

$$(c) \tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 \cong [\alpha_1 * \alpha_2, b_1 * b_2, c_1 * c_2]$$

$$(d) \tilde{A}_1 \oslash \tilde{A}_2 \cong [\alpha_1 / c_2, b_1 / b_2, c_1 / \alpha_2]$$

$$(e) k\tilde{A} = [k\alpha, kb, kc], k \in \mathbb{R}$$

$$(f) -\tilde{A} = (-c, -b, -a)$$

$$(g) \frac{1}{\tilde{A}} = \left(\frac{1}{c}, \frac{1}{b}, \frac{1}{a}\right)$$

Definição 4 – Sendo  $\tilde{A}_1$  e  $\tilde{A}_2$ , a distância entre os dois números *fuzzy* triangulares é calculado por meio da equação da distância Euclidiana:

$$d(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = \sqrt{\frac{1}{3}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad (2)$$

### 2.3.2 Stepwise Ratio Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

Desenvolvido por Keršuliene, Zavadskas e Turskis (2010) o SWARA é um método de avaliação e ponderação para critérios de decisão. Este método se destaca por sua capacidade de estimar a opinião de especialistas ou grupos de interesse sobre a relevância relativa dos critérios na definição de seus pesos.

O SWARA permite que cada especialista possa definir a importância de cada um dos critérios e classificá-los do primeiro (mais importante) ao último (menos importante), baseando-se na informação, conhecimento ou experiência dos especialistas (CHAUHAN *et al.*, 2021).

Este método se diferencia de outros meios de avaliação de pesos, como o AHP (SAATY, 1980), FARE (GINEVICIUS, 2011), KEMIRA (KRYLOVAS *et al.*, 2014), ANP (SAATY, 2001), entropia (SHANNON, 1948) e BWM (REZAEI, 2015), em razão de ser uma ferramenta inovadora, em que o critério mais relevante é classificado como número 1 (melhor), enquanto o último recebe o valor 0 (mais trivial) (ZOLFANI; YAZDANI; ZAVADSKAS, 2018).

Outro diferencial, refere-se à quantidade de comparações necessárias serem significativamente menores, quando comparado com o método AHP, por exemplo (GHORABAEI *et al.* 2018). Sua capacidade de converter as ideias e opiniões dos especialistas em razão de importância para os critérios é outro ponto de destaque para o método (KERSULIENE; ZAVADSKAS; TURSKIS, 2010; ZOLFANI; SAPARAUSKAS, 2013).

Zolfani, Yazdani e Zavadskas (2018) apontaram quatro pontos-chaves que detalham as principais vantagens do SWARA comparado a outras ferramentas de ponderação:

Primeira vantagem: a capacidade que o método tem de estimar a opinião dos especialistas sobre a relação de importância dos critérios no processo de definição de pesos;

Segunda vantagem: sua utilidade ao coordenar e coletar informações de especialistas;

Terceira vantagem: ser descomplicado, direto, fácil de usar, além de permitir que especialistas trabalhem juntos;

Quarta vantagem: considera as prioridades de problemas com base nos anseios dos interessados.

O procedimento para definição de pesos pelo SWARA como análise matemática por etapas pode ser expresso do seguinte modo (ZAVADSKAS *et al.*, 2018):

Etapa 1: É feita a classificação e ordenação dos critérios com base na opinião dos especialistas.

Etapa 2: O valor da importância comparativa  $S_j$ , a partir do segundo critério, deve ser realizado da seguinte forma:  $j$  em relação ao critério anterior ( $j - 1$ ).

Etapa 3: Definir o parâmetro  $k_j$ , da seguinte forma:

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ S_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Etapa 4: Calcular o peso relativo  $q_j$  como segue:

$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (4)$$

Etapa 5: Determinar os pesos dos critérios com a somatória igual a um:

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^n q_j} \quad (5)$$

Sendo  $w_j$  o valor do peso relativo do critério  $j$ .

### 2.3.3 Fuzzy TOPSIS

O método *Technique for Order Preference By Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS) foi idealizado por Hwang e Yoon (1981), que o propuseram para que fosse um método capaz de resolver problemas convencionais em que a lógica se baseia na ideia que a alternativa preferida obtivesse a menor distância da solução ideal positiva e a maior distância da solução ideal negativa (CELIK; ERDOGAN; GUMUS, 2016; AMIN; FAHMI; ABDULLAH, 2018).

O TOPSIS foi proposto como uma poderosa e eficaz técnica para classificar, selecionar e tomar decisões considerando uma série de alternativas determinadas externamente através de medidas de distanciamento (AMIN; FAHMI; ABDULLAH, 2018). O que lhe garante algumas vantagens importantes como uma modelagem simples e logicamente compreensível, além da respeitável eficiência computacional (AMIN; FAHMI; ABDULLAH, 2018).

Por essa razão, por muito tempo, em estudos anteriores o método TOPSIS foi empregado em concorrência a lógica *fuzzy*. No entanto, o método TOPSIS tem como desvantagem a representação da opinião do decisor a valores quantitativos em problemas que envolvem imprecisão e incerteza (SENTHIL; SRIRANGACHARYULU; RAMESH, 2014).

A fim de contornar esta desvantagem o método TOPSIS associado ao *FUZZY* foi proposto. Dessa forma, há a possibilidade de tratamento e otimização de dados incompletos, subjetivos ou que foram estimados pelos decisores na tomada de decisão (ZHANG; LI, 2015).

De acordo com Wang e Chang (2007), a abordagem *fuzzy* TOPSIS é empregada por quatro motivos:

- I) Lógica TOPSIS é compreensível e racional;
- II) Os procedimentos computacionais são diretos;
- III) O conceito possibilita a seleção de melhores alternativas para cada critério descrito de forma matemática simples;
- IV) A incorporação dos pesos de importância nos procedimentos de comparação.

Deste modo, ele permite alcançar resultados finais de ranking, uma vez que evita uma quantidade excessiva de comparações par a par.

Os passos para aplicação do método TOPSIS associado a Números Triangulares *fuzzy* segue a proposta de Chen (2000) e Singh e Benyoucef (2011):

Passo 1: Já com a matriz de decisão pronta, deve-se elaborar a matriz de decisão *fuzzy*, por meio da conversão das siglas dadas aos critérios em seus respectivos números triangulares *fuzzy*.

Passo 2: Quando houver múltiplos decisores, é necessário fazer a agregação das matrizes de decisão de cada decisor. De acordo com Yazdani *et al.* (2017), a matriz decisória *fuzzy* agregada pode ser calculada considerando  $\tilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ , sendo que:

$$a = \text{Mín}(a_k); b = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n b_k; c = \text{Max}(c_k) \quad (6)$$

Passo 3: Nesta etapa, a Matriz *fuzzy* é normalizada para que os números triangulares *fuzzy* seja atribuída ao intervalo [0,1], para a obtenção da Matriz *Fuzzy* Normalizada:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]$$

Partindo dos seguintes cálculos para os critérios de Benefício (B) e Custo (C):

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right), j \in B. \quad (7)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in C. \quad (8)$$

Sendo:

$\tilde{r}_{ij}$  = Matriz *fuzzy* normalizada

$c_j^+ = \max_i c_{ij}$ , se  $j \in B$ ;

$$a_j^- = \min_i a_{ij}, \text{ se } j \in C;$$

Passo 4: É feito a ponderação da Matriz *Fuzzy Normalizada*, por meio do peso de cada critério definido pelo método SWARA, determinado sob a perspectiva de numeração triangular *fuzzy*:

$$X_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}).$$

sendo:

$X_{ij}$  = Variáveis linguísticas

$a, b, c$  = Numeração triangular *fuzzy* ( $ij = 1, 2, \dots, n$ )

Para a obtenção da Matriz *Fuzzy Normalizada Ponderada*,  $[\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ , encontrado por meio da equação:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} + \tilde{X}_{ij}. \quad (9)$$

Passo 5: Definição das soluções, ideal *fuzzy* (FPIS,  $A^+$ ) e anti-ideal *fuzzy* (FPIS,  $A^-$ ), de acordo com:

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_j^+). \quad (10)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_j^-). \quad (11)$$

sendo:

$$\tilde{v}_j^+ = \max_i v_{ij}; \text{ e}$$

$$\tilde{v}_j^- = \min_i v_{ij}$$

para  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ .

Para tanto, considera-se  $\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1)$  como sendo a solução ideal e  $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$  como a solução anti-ideal para  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Passo 6: Calcular as distancias das alternativas até a FPIS e a FNIS, de acordo com:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, v_j^+). \quad (12)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, v_j^-). \quad (13)$$

onde  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ .

sendo:

$d_v(\dots)$  é a distância entre dois números *fuzzy*, determinado pela equação (2):

$d_i^+$  é a distância de  $A_i$  até FPIS; e

$d_i^-$  é a distância de  $A_i$  até FNIS.

Passo 7: Determinar o coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) para cada uma das alternativas, de acordo com:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = (1, 2, \dots, m). \quad (14)$$

Quanto mais o valor de  $CC_i$  se aproximar de 1, mais próximo de FPIS e mais longe de FNIS a alternativa se encontra.

Passo 8: Ordenação dos  $CC_i$  das alternativas em ordem decrescente.

## 2.4 Métodos multicritério aplicados à saúde e bem-estar animal

A análise de decisão por multicritério é amplamente empregada para avaliar critérios e selecionar alternativas de solução, por ser uma abordagem dinâmica e flexível (VAN DER FELS-KLERX *et al.*, 2015).

Apesar de ainda haver um número limitado de estudos aplicando a técnica, muito em razão do até então negligenciamento do tema, saúde e bem-estar animal, algumas pesquisas têm empregado métodos de decisão multicritério nos estudos sobre a temática.

Florindo *et al.* (2020) utilizou a avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida (LCSA) integrado com o MCDM, *ViseKriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje* (VIKOR), com o propósito de comparar a sustentabilidade de quatro diferentes sistemas de produção de carne bovina (suplementação mineral da pastagem, suplementação proteica da pastagem, fertilização da pastagem e rotação de culturas).

Já Corbellini *et al.* (2020) aplicaram o Método de Organização de Classificação de Preferências para Avaliação de Enriquecimento (PROMETHEE) para auxiliar no desenvolvimento de um programa nacional de febre aftosa no Uruguai.

No estudo de Muellner *et al.* (2018) o MCDM foi empregado para a criação de uma estrutura para a priorização dos riscos de biossegurança para a indústria de laticínios da Nova Zelândia, o incluía em seus critérios o bem-estar dos animais.

Preocupados com o risco de doenças de zoonóticas em animais de consumo, McFadden *et al.* (2015) desenvolveram um estudo na Mongólia, com a aplicação de um modelo para informar a resposta a essas doenças, como resultado o estudo

identificou alternativas a priorizar as atividades de vigilância e controle da saúde animal.

Baseando nas ferramentas apresentadas anteriormente, é demonstrada a análise e validação da metodologia proposta da modelagem multicritério de apoio a decisão, a qual é detalhada no capítulo seguinte.

### **3 METODOLOGIA**

Neste trabalho, um modelo composto pelos métodos MCDM *Fuzzy* TOPSIS é proposto, com o intuito de selecionar as melhores práticas de adoção para a produção do gado de corte, priorizados de acordo com os critérios assumidos, para aumentar o bem-estar destes animais.

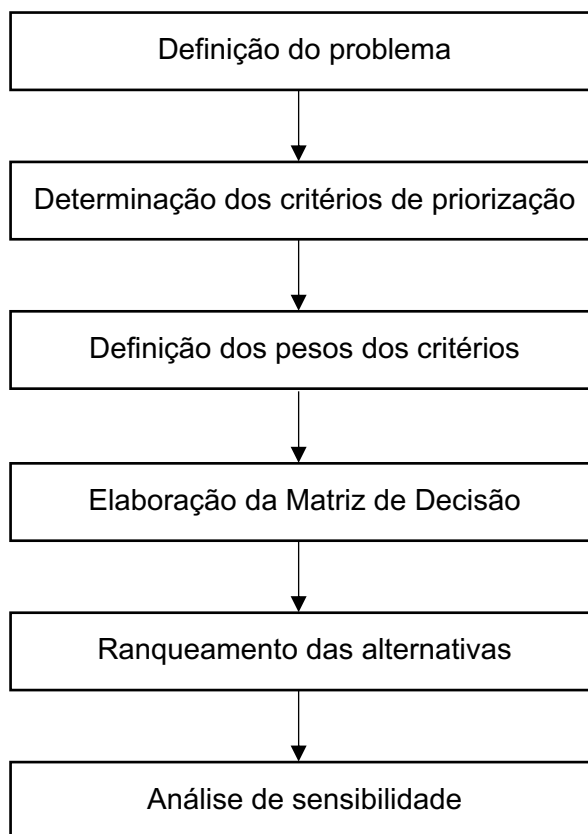
#### **3.1 Estruturação do problema**

O propósito do estudo é auxiliar os produtores rurais na priorização de práticas que aumente a saúde e o bem-estar dos bovinos em sua propriedade, orientando-se dos critérios de relevância conhecidas ou não pelos tomadores de decisão, porém que hoje não são considerados devido a falta de uma modelagem adequada que os auxilie para a tomada dessas decisões.

Para atingir essa proposta, será desenvolvido um modelo multicritério de apoio a tomada de decisão que integre dois métodos, o SWARA para definição dos pesos dos critérios e o *Fuzzy* TOPSIS para priorização das alternativas, que neste modelo representará as práticas de saúde e bem-estar dos animais.

A seguir, na Figura 2, é apresentado as etapas do processo decisório definidos para esta modelagem.



**Figura 2 - Metodologia do modelo proposto**

Fonte: Autoria Própria (2021).

### 3.2 Definição do problema

Inicialmente foi realizada uma entrevista semiestruturada (Apêndice A) com produtores rurais para caracterizar o problema, definir os objetivos iniciais de pesquisa e conhecer a visão dos decisores sobre o tema a ser estudado.

Nesta fase foi definida a equipe responsável pela decisão. Para Gupta, Sachdeva e Bhardwaj (2012), a equipe de decisão deve ser formada de acordo com seu conhecimento e experiência. Dessa forma, foram selecionados produtores rurais que trabalham diariamente com os animais.

### 3.3 Determinação dos critérios de priorização

Nesta etapa foi feita a definição dos critérios que auxiliaram os decisores na tomada de decisão. Os critérios podem ser definidos a partir de uma revisão bibliográfica, entrevista com especialistas, ou pela combinação das duas formas.

Por essa razão, os produtores rurais foram envolvidos, por meio de uma entrevista semiestruturada (Apêndice B) na definição dos critérios, selecionando-os seguindo as recomendações do MAPA (2018) e dos princípios que regem a saúde e bem-estar animal definidos pelo Conselho de Bem-Estar dos Animais de Fazenda do Reino Unido (FAWC), conhecido como as “Cinco Liberdades do Bem-estar Animal” (MELLOR, 2016).

Os critérios foram limitados a até sete grupos, já que em condições normais, segundo Miller (1956), o ser humano é capaz de analisar aproximadamente sete informações simultâneas sem perder a qualidade, em razão de limitações impostas à capacidade de processar informações.

Baseando nos critérios apresentados na seção 2.2 e na entrevista semiestruturada (Apêndice B) foram definidos de modo provisório, os critérios mais relevantes para o processo de priorização de práticas para aumentar a saúde e bem-estar animal. Em seguida, foi aplicado o questionário (Apêndice C) para a validação dos critérios propostos. Ainda, foi definido se os critérios são de maximização (representado pelo símbolo +) ou minimização (representado pelo símbolo -).

### **3.4 Definição dos pesos dos critérios**

Nesta etapa, foi realizada a ponderação dos critérios selecionados, por meio do método SWARA proposto por Kersulienė, Zavadskas e Turskis (2010). O SWARA consiste em determinar a relevância de cada critério com base na experiência, informação e conhecimento implícito dos especialistas (ZOLFANI; BAHRAMI, 2014).

Ao utilizar o SWARA, os especialistas aplicam seu conhecimento implícito, informações e experiências de um modo mais eficiente, quando comparado a outros métodos (MARDANI *et al.*, 2015).

O cálculo dos pesos é necessário, pois expressa o grau de relevância de cada um dos critérios determinados pelos decisores e possibilita representar quais características do problema possuem maior importância para que o modelo possa priorizar as práticas que visam aumentar a saúde e bem-estar do gado.

Um questionário (Apêndice D) foi empregado para que os critérios pudessem ser ordenados a partir da opinião dos decisores. Dessa forma, a ponderação dos critérios foi realizada seguindo as etapas a seguir:

Etapa 1: Com base na opinião dos decisores, os critérios de priorização  $C_i$  e os subcritérios  $C_{ij}$  foram classificados e ordenados. Como há mais de um decisor, o método Borda foi utilizado para realizar a ordenação. Neste método os critérios são classificados, e um representante é selecionado agregando a somatória das pontuações de preferência ponderada de cada critério (LIAO *et al.*, 2019).

Etapa 1.1: Cada decisor classifica o critério, atribuindo valores para esses critérios. Para tal, o método *Direct Rating* foi usado para que os decisores atribuíssem o grau de importância aos critérios (ZARDARI *et al.*, 2015). Foi empregado uma escala de 0 a 6 pontos.

Etapa 1.2: As pontuações de cada critério  $C_i$  é definido, sendo  $i = (1, 2, \dots, n)$ .

$$C_i = n - r_i + 1$$

sendo,  $n$  a quantidade de critérios e  $r_i$  a classificação do critério  $i$ .

Etapa 1.3: Realizar a somatória das pontuações de cada um dos critérios.

Etapa 1.4: Baseando-se na pontuação total dos critérios, calculado na etapa anterior, ordenam-se os critérios.

Etapa 2: Após a ordenação dos critérios  $C_i$ , é determinado o valor da importância comparativa  $S_i$  para cada um dos critérios de seleção  $C_i$ . A começar pelo segundo critério na ordenação ( $C_{i=2}$ ), cada um dos decisores manifesta a importância relativa para cada critério em comparação com o critério anterior na ordenação por meio do método Borda. Para calcular a importância relativa foi empregado o método *Direct Rating*.

Etapa 3: Definir o coeficiente  $k_j$  para cada critério e subcritério.

Etapa 4: Definir o peso relativo  $q_i$  para cada critério e subcritério.

Etapa 5: Determinar os pesos dos critérios ( $W_j$ ).

Etapa 6: O peso total, como há mais de um decisor, foi definido por meio da média aritmética.

Etapa 7: Converter os pesos determinados em numeração *fuzzy*,  $\bar{W}_i = (\bar{a}_i, \bar{b}_i, \bar{c}_i)$ , onde  $\bar{a}_i = \bar{b}_i = \bar{c}_i$ .

### 3.5 Elaboração da matriz de decisão

Com os pesos dos critérios definidos, o próximo passo é a elaboração da matriz de decisão, onde os pesos são distribuídos aos seus respectivos critérios. Para

Chen (2000), uma problemática de modelagem multicritério pode ser expresso em forma de matriz, onde  $A_j$   $j = (1, 2, \dots, m)$  são as possíveis alternativas e  $C_j$ , onde  $j = (1, 2, \dots, n)$  os critérios. Como é representado a seguir:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & \tilde{W}_1 & \dots & \tilde{W}_n \\ & C_1 & \dots & C_n \\ A_1 & \left[ \begin{matrix} \tilde{X}_{11} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \dots & \tilde{X}_{mn} \end{matrix} \right] \\ \vdots & & & \\ A_m & & & \end{matrix}$$

Sendo  $\tilde{X}_{11} = (\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij})$  e  $\tilde{W}_i$  números *fuzzy* triangulares representados por variáveis linguísticas em razão das incertezas e imprecisões que ocorrem durante o processo decisório, onde  $i = (1, 2, \dots, n)$  e  $j = (1, 2, \dots, m)$ . A avaliação das alternativas é representada por  $\tilde{X}_{11}$ , e o peso calculado para cada um dos critérios é  $\tilde{W}_i$ . Essa etapa pode ser aplicada a  $n$  decisores.

### 3.6 Ranqueamento das alternativas

Lee e Thomson (2015) defendem que o bem-estar deve ser medido no dia a dia, por quem trabalha diariamente com os próprios animais, e é por este motivo que medidas baseadas em resultados são essenciais para esta medição.

As alternativas foram definidas em três etapas. Primeiramente, foi realizada uma varredura pela bibliografia, visando encontrar os principais trabalhos que abordam a temática e por fim, selecionaram-se as práticas que apresentaram os melhores resultados.

Já na segunda etapa, os decisores foram consultados com o objetivo de reunir as alternativas que fossem viáveis e praticáveis.

Todas as potenciais alternativas reunidas, foram apresentadas aos tomadores de decisão para uma triagem (ANDERSSON; NORRMAN, 2002). Dessa forma, eles as selecionaram as mais viáveis e mais adequadas para a produção do gado de corte. Elegendo as potenciais alternativas e excluindo práticas que pudessem não atender aos requisitos básicos ou que fosse impraticáveis, segundo os DM's.

O método *fuzzy* TOPSIS foi empregado para priorizar as alternativas, uma vez que consegue manter o número de etapas, independentemente do tamanho do problema (VELASQUEZ; HESTER, 2013). O uso desse método se dá pela capacidade de lidar com incertezas dos problemas do mundo real (TEKEZ, 2018).

Para Tekez (2018), a classificação de falhas por especialistas em classes usando variáveis linguísticas possibilita que os decisores se concentrem em itens mais relevantes, resultando em uma classificação de prioridades mais robusta.

Como o TOPSIS depende de um conjunto de pesos por usar informações de preferências, a solução necessita de um esquema de ponderação que é fornecido pela equipe de decisão (HWANG; YOON, 1981). Para este estudo foi empregado o método SWARA para definição dos pesos dos critérios.

Para o método *fuzzy* TOPSIS é recomendável que o decisor expresse sua opinião usando variáveis linguísticas sustentando-se em números *fuzzy* triangulares para medir a relevância de cada critério (CHAN; KUMAR, 2007), uma vez que são mais simples se comparado com números *fuzzy* trapezoidais, por exemplo (TRANTAPHYLLOU, 2000). A aplicação de número *fuzzy* também se deve pelo uso de número decimais, não inteiros, em razão do problema utilizar mais de um decisor.

Em uma próxima etapa é realizado o ranqueamento das alternativas usando o método *fuzzy* TOPSIS.

Etapa 1: Definir as variáveis linguísticas apropriadas para pontuar as alternativas em relação aos critérios, empregando uma escala de 7 pontos, conforme apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Variáveis linguísticas de números *fuzzy* triangulares**

<b>Sigla</b>	<b>Variável Linguística</b>	<b>Números <i>fuzzy</i> triangulares</b>
MB	Muito Baixo	(1,1,2)
BX	Baixo	(1,2,4)
BM	Médio Baixo	(2,4,6)
MD	Médio	(4,6,8)
AM	Médio Alto	(6,8,10)
AT	Alto	(8,10,11)
MA	Muito Alto	(10,11,11)

**Fonte: Adaptado de Chen (2000)**

Etapa 2: Elaborar a matriz de decisão, seguindo as recomendações descritas na seção 3.5.

Etapa 3: Após a elaboração da matriz de decisão, deve-se criar a matriz de decisão *fuzzy*, por meio da conversão das siglas atribuídas aos critérios em seus respectivos números *fuzzy* triangulares.

Etapa 4: Agregação das matrizes de todos os decisores envolvidos no problema.

Etapa 5: Normalização da matriz de decisão.

Etapa 6: Ponderação da Matriz *Fuzzy* Normalizada, por meio do peso de cada critério determinado pelo método SWARA representado sob o prisma de número *fuzzy*.

Etapa 7: Definição da solução ideal *Fuzzy* (FPIS,  $A^+$ ) e a solução anti-ideal *fuzzy* (FNIS,  $A^-$ ).

Etapa 8: Definir as distâncias das alternativas até FPIS e a FNIS.

Etapa 9: Medir o coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) para cada uma das alternativas.

Etapa 10: Ordenação dos  $CC_i$  das alternativas em ordenação decrescente.

### 3.7 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma ferramenta que permite definir o impacto da variação dos pesos dos critérios na ordenação das alternativas (DIABY; GEOEREE, 2014). É importante, pois possibilita, com base na variação dos pesos dos critérios, explorar as alterações nos resultados, permitindo comprovar a eficiência da abordagem proposta. Além de gerar resultados mais estáveis que, para Ghorabae *et al.* (2018), pode melhorar a decisão final para a seleção da alternativa mais pertinente.

Obedecendo uma variação em intervalos de 10% no peso de cada critério, onde o peso dos demais critérios eram recalculados com base na proporção dos pesos determinados pelo SWARA. Posteriormente, os pesos foram reinseridos no *fuzzy* TOPSIS para a obtenção dos novos coeficientes de variação, conforme os passos a seguir:

Passo 1: Determinar o critério ( $C_n$ ) que receberá os novos pesos ( $W_{n\beta}$ ), no intervalo de 0 a 1.

Passo 2: Calcular os novos pesos proporcionais ( $W_{n\beta}$ ) para os demais critérios, com exceção do critério variado  $n$ , por meio de:

$$W_{n\beta} = (1 - W_{n\alpha}) * \frac{W_{\beta}}{1 - W_n}$$

Sendo  $W_n$  o peso inicial do critério  $n$  e  $W_\beta$  o peso calculado pelo SWARA para cada um dos critérios tratados.

Passo 3: Inserir os novos pesos calculados no *fuzzy* TOPSIS em modificações nas avaliações realizadas para a determinação dos novos coeficientes de proximidade ( $CCi$ ) e ranqueamento.

Passo 4: Dispor os gráficos com a alteração dos pesos dos critérios e os novos números de ( $CCi$ ) para a análise de variação de ranking.

## **4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DO MODELO INTEGRADO SWARA E FUZZY TOPSIS**

Neste quarto capítulo a aplicação da proposta do modelo integrado é apresentado.

### **4.1 Caracterização da produção de gado de corte**

Os sistemas de produção de gado de corte são entendidos como todos os sistemas em que os bovinos são criados com destino à produção de carne, em que são realizados todo ou parte das seguintes etapas: cruzamento entre animais, criação e terminação do bovino com a finalidade do consumo da carne.

Atualmente, a produção de gado de corte é classificada em três sistemas comerciais:

**Intensivos:** neste tipo de sistema os animais são confinados, sendo dependentes integralmente do homem para suas necessidades básicas, como alimentação, abrigo e consumo de água.

**Extensivos:** são sistemas onde o rebanho possui liberdade de movimentação ao ar livre e possui certa autonomia sobre a seleção de alimento (por meio da pastagem), ingestão de água e acesso ao abrigo.

**Semi-intensivos:** o rebanho está exposto a combinação entre os dois sistemas anteriores, com métodos da pecuária intensiva e extensiva, simultaneamente ou alternadamente, de acordo com alterações das condições climáticas ou estado fisiológico do gado.

### **4.2 Definição da equipe de decisão**

Para compor a equipe decisória foram selecionados cinco pecuaristas do estado de Goiás, segundo maior produtor de gado do Brasil. Os produtores que compõem a equipe de especialistas possuem mais de 30 anos de trabalho diário com o gado. Todos possuem como atividade principal a produção de gado destinado ao corte.



### 4.3 Definição dos critérios de seleção

Seguindo as etapas propostas na seção 3.3 foram definidos seis critérios de priorização, apresentados a seguir:

- 1) Alteração no peso e condição corporal (C1): em animais em fase de crescimento, a alteração corporal pode indicar o estado de saúde e bem-estar animal. A má condição corporal, bem como a perda de peso significativo pode ser indício que o bem-estar do animal está comprometido;
- 2) Taxa de morbidade (C2): claudicação, doenças, frequência de lesões podem ser indicadores diretos ou indiretos do estado de bem-estar de todo o rebanho;
- 3) Taxa de mortalidade (C3): assim como as taxas de morbidade, podem ser indícios, diretos ou indiretos, do estado de bem-estar animal. As estimativas podem ser obtidas através a análise da causa da morte.
- 4) Comportamento dos animais (C4): certos comportamentos podem ser indícios de problemas de bem-estar animal. Por exemplo: animais ofegantes, diminuição da ingestão de alimentos, agressivo ou depressivo, ou qualquer comportamento tido como anormal;
- 5) Eficiência reprodutiva (C5): um baixo desempenho reprodutivo também pode ser outro indicativo de problemas no bem-estar do animal. Exemplos de desempenho reprodutivo comprometido são intervalo longo de pós-parto ou anestro, taxas de concepção baixas, altas taxas de distocia e/ou abortos;
- 6) Respostas do gado ao manejo (C6): o manejo incorreto pode resultar em medo e sofrimento aos animais. Alguns indícios de avaliação para as respostas ao manejo são velocidade de saída e movimentação, comportamento, altas taxas de escorregamento, ferimentos em cercas e/ou portões, vocalizações durante a contenção, dentre outras.

### 4.4 Definição das alternativas

**Alternativa 1 (A1) - Formação e treinamento de pessoal:** Todos os responsáveis pelo rebanho devem ter a capacitação necessária de acordo com suas responsabilidades. Também devem possuir conhecimentos sobre criação de bovinos, comportamento animal, biossegurança, sinais clínicos de doenças. Devem ainda estar

familiarizados com os indicadores de ausência de bem-estar dos animais, tais como estresse, dor, desconforto e sobre a forma de como aliviá-los.

A capacitação pode ser adquirida por meio de educação formal ou experiência prática.

**Alternativa 2 (A2) - Seleção do animal com base na sua adaptabilidade:** Além da produtividade, aspectos de bem-estar animal e saúde devem ser levados em conta ao escolher uma raça ou subespécies para um local ou sistema de produção específico.

Exemplos destes aspectos incluem a manutenção da exigência nutricional, resistência a ectoparasitas e tolerância ao calor.

**Alternativa 3 (A3) - Acompanhamento nutricional profissional:** As exigências nutricionais de gado de corte estão bem definidas. Conteúdo energético, proteína, minerais e vitaminas contidos na dieta são os principais fatores que determinam o crescimento, eficiência alimentar, eficiência reprodutiva e composição corporal.

O rebanho deve ter acesso a quantidade e qualidade apropriada de alimentação balanceada, adaptada qualitativa e quantitativamente, e que atenda às suas necessidades fisiológicas.

**Alternativa 4 (A4) - Densidade populacional dos animais:** Densidades populacionais elevadas podem aumentar a ocorrência de lesões e causar efeito adverso sobre a taxa de crescimento, eficiência alimentar e no comportamento.

Alterações no comportamento podem estar relacionadas com a locomoção, repouso, alimentação e ingestão de água.

**Alternativa 5 (A5) - Bebedouros e comedouros limpos e bem localizados:** Em acordo com ao que sugere Solano *et al.* (2018), que primeiro levantou a hipótese de que bebedouros mais bem localizados (no centro do pasto) encurtava a distância total percorrida pelo rebanho, resultando em distâncias de viagens totais e individuais mais curtas, se comparado a localizados em outras partes do pasto.

Posteriormente, Solano *et al.* (2018) com o objetivo de testar a hipótese levantada, comprovou que bebedouros localizados no centro da área da pastagem resultou em um deslocamento até 33% menor se comparado a outras localizações testadas.

**Alternativa 6 (A6) - Instalações adequadas e adaptadas:** A partir do estudo promovido por Lima *et al.*, (2017), onde vacas nelores foram dadas em dois grupos, expostas a manejos diferentes em currais, como resultado o grupo manipulado de modo adequado teve reduções significativas nos níveis de cortisol em comparação com o grupo com o manejo comum.

Alguns meios para se atingir um manejo mais adequado em currais é através de currais adaptados e apropriados.

#### 4.5 Cálculo dos pesos dos critérios

Os pesos dos critérios foram calculados usando o método SWARA conforme apresentado na seção 3.4.

Na Tabela 2, a seguir, é apresentada a pontuação dada por cada decisor a cada critério listado, conforme Etapa 1.1.

**Tabela 2 - Pontuação dos decisores**

Sigla	Critérios	Importância				
		Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Decisor 5
C1	Peso e Condição Corporal	6	5	6	6	6
C2	Taxa de Morbidade	4	4	5	5	5
C3	Taxa de Mortalidade	3	6	4	4	4
C4	Comportamento dos animais	5	3	3	3	3
C5	Eficiência Reprodutiva	1	2	1	1	2
C6	Resposta ao Manejo	2	1	2	2	1

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Os critérios foram ordenados de forma decrescente, seguindo uma ordenação de 1 a 6. Para cada um dos critérios uma nova pontuação foi atribuída (Etapa 1.2) e definida uma nova classificação pelo método Borda, onde os valores são invertidas a fim de se encontrar a maior somatória, para desta forma poder ser realizada a classificação (Etapa 1.3), de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos critérios pelo método Borda

Critérios	Ordenação primária				
	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Decisor 5
C1	1	2	1	1	1
C2	3	3	2	2	2
C3	4	1	3	3	3
C4	2	4	4	4	4
C5	6	5	6	6	5
C6	5	6	5	5	6

Critérios	Borda					Classificação
	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Decisor 5	
C1	6	5	6	6	6	29
C2	4	4	5	5	5	23
C3	3	6	4	4	4	21
C4	5	3	3	3	3	17
C5	1	2	1	1	2	7
C6	2	1	2	2	1	8

Fonte: Autoria Própria (2021).

Foi definido o critério (C1), Peso e Condição Corporal, como o de maior importância para o modelo. Dessa forma, a Tabela 4 apresenta os critérios ordenados do maior para o menor, de acordo com as suas relevâncias.

Tabela 4 - Ordenação dos critérios

Sigla	Critérios	Ordenação
C1	Peso e Condição Corporal	1
C2	Morbidade	2
C3	Mortalidade	3
C4	Comportamento dos animais	4
C6	Resposta ao Manejo	5
C5	Eficiência Reprodutiva	6

Fonte: Autoria Própria (2021).

Um questionário (Apêndice E) foi empregado para determinar a importância comparativa para cada um dos critérios por meio do método *Direct Rating* (Etapa 2), iniciando pelo confronto do critério C2 em relação ao critério C1 e assim sucessivamente. Foram definidos os coeficientes  $k_j$  (Etapa 3), os pesos relativos  $q_j$  (Etapa 4) e os pesos dos critérios  $w_i$  (Etapa 5).

Na tabela 5 são apresentados os pesos dos critérios determinados pelo Decisor 1.

**Tabela 5 - Pesos dos critérios do Decisor 1**

<b>Sigla</b>	<b>Critérios</b>	<b>Importância Comparativa</b>	<b>Sj</b>	<b>kj</b>	<b>qj</b>	<b>wj</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0	0,000	1,000	1	0,256
<b>C2</b>	Morbidade	20	0,200	1,200	0,8333	0,213
<b>C3</b>	Mortalidade	10	0,100	1,100	0,7576	0,194
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	20	0,200	1,200	0,6313	0,162
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	50	0,500	1,500	0,4209	0,108
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	60	0,600	1,600	0,2630	0,067

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Na Tabela 6 estão os pesos atribuídos pelo Decisor 2.

**Tabela 6 – Pesos dos critérios do Decisor 2**

<b>Sigla</b>	<b>Critérios</b>	<b>Importância Comparativa</b>	<b>Sj</b>	<b>kj</b>	<b>qj</b>	<b>wj</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0	0,000	1,000	1	0,285
<b>C2</b>	Morbidade	15	0,150	1,150	0,8696	0,248
<b>C3</b>	Mortalidade	30	0,300	1,300	0,6689	0,191
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	40	0,400	1,400	0,4778	0,136
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	60	0,600	1,600	0,2986	0,085
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	55	0,550	1,550	0,1927	0,055

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Na Tabela 7 os pesos determinados pelo Decisor 3.

**Tabela 7 – Pesos dos critérios do Decisor 3**

<b>Sigla</b>	<b>Critérios</b>	<b>Importância Comparativa</b>	<b>Sj</b>	<b>kj</b>	<b>qj</b>	<b>wj</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0	0,000	1,000	1	0,292
<b>C2</b>	Morbidade	40	0,400	1,400	0,7143	0,209
<b>C3</b>	Mortalidade	30	0,300	1,300	0,5495	0,160
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	15	0,150	1,150	0,4778	0,140
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	20	0,200	1,200	0,3982	0,116
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	40	0,400	1,400	0,2844	0,083

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Na Tabela 8 os pesos definidos pelo Decisor 4.

**Tabela 8 – Pesos dos critérios do Decisor 4**

<b>Sigla</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Importância Comparativa</b>	<b>Sj</b>	<b>kj</b>	<b>qj</b>	<b>wj</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0	0,000	1,000	1,000	0,332
<b>C2</b>	Morbidade	50	0,500	1,500	0,6667	0,221
<b>C3</b>	Mortalidade	40	0,400	1,400	0,4762	0,158
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	20	0,200	1,200	0,3968	0,132
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	30	0,300	1,300	0,3053	0,101
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	80	0,800	1,800	0,1696	0,056

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Na Tabela 9 estão contidos os pesos atribuídos pelo Decisor 5.

**Tabela 9 – Pesos dos critérios do Decisor 5**

<b>Sigla</b>	<b>Crítérios</b>	<b>Importância Comparativa</b>	<b>Sj</b>	<b>kj</b>	<b>qj</b>	<b>wj</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0	0,000	1,000	1	0,251
<b>C2</b>	Morbidade	10	0,100	1,100	0,9091	0,228
<b>C3</b>	Mortalidade	15	0,150	1,150	0,7905	0,198
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	30	0,300	1,300	0,6081	0,152
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	40	0,400	1,400	0,4343	0,109
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	75	0,750	1,750	0,2482	0,062

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Por meio da média aritmética das opiniões dos decisores o peso total foi determinado (Etapa 6), vide Tabela 10.

**Tabela 10 – Peso total dos critérios**

<b>Sigla</b>	<b>Crítérios</b>	<b>wj (1)</b>	<b>wj (2)</b>	<b>wj (3)</b>	<b>wj (4)</b>	<b>wj (5)</b>	<b>Peso Total</b>
<b>C1</b>	Peso e Condição Corporal	0,256	0,285	0,292	0,332	0,251	0,283
<b>C2</b>	Morbidade	0,213	0,248	0,209	0,221	0,228	0,224
<b>C3</b>	Mortalidade	0,194	0,191	0,160	0,158	0,198	0,180
<b>C4</b>	Comportamento dos animais	0,162	0,136	0,140	0,132	0,152	0,144
<b>C6</b>	Resposta ao Manejo	0,108	0,085	0,116	0,101	0,109	0,104
<b>C5</b>	Eficiência Reprodutiva	0,067	0,055	0,083	0,056	0,062	0,065

**Fonte: Autoria Própria (2021).**

Percebe-se, dentre os critérios, a preocupação que os produtores dão ao Peso e Condição Corporal, onde o critério (C1) apresenta a maior importância dentre

os outros. Em seguida, está o critério (C2), que representa a taxa de morbidade dos animais.

O critério (C6), que representa a resposta ao manejo é o critério com menor importância quando comparado com os outros critérios, uma razão que possa explicar é que naturalmente os animais já se estressam por estarem em um ambiente confinado, nos currais ou nas mangas de contenção.

#### 4.6 Elaboração da matriz de decisão

Com os pesos dos critérios definidos e calculados, as alternativas foram definidas, totalizando 7 práticas que auxiliaram os produtores a aumentarem a saúde e bem-estar dos animais. Deste modo, foi elaborada a matriz de decisão, seguindo as instruções contidas na seção 4.4, para priorização das práticas que mais impactem positivamente a saúde e bem-estar dos animais, como descrito na seção 3.5.

Nas tabelas a seguir são apresentadas as matrizes de decisão com as respostas dos decisores, onde na primeira linha o sinal positivo (+) sinaliza que o critério é de maximização, ou seja, quanto melhor a avaliação melhor é a avaliação do critério, e o sinal negativo (-) simboliza minimização. Os valores atribuídos ao confronto das alternativas com os critérios seguem as referências contidas na seção 3.6, na Tabela 1.

Na Tabela 11 é apresentada a matriz de decisão com as respostas do Decisor 1.

**Tabela 11 – Matriz de decisão do Decisor 1**

Critérios/ Alternativas	+	-	-	+	+	+
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	0,283	0,224	0,180	0,144	0,104	0,065
A1	AT	MA	AT	AT	MD	MD
A2	MD	AT	AT	MB	MD	AT
A3	MA	MA	MA	AT	MD	AT
A4	MA	MA	AT	MA	AM	AT
A5	MA	MA	MA	MA	MA	MA
A6	MA	MA	AT	AM	MD	MD
A7	AM	AT	BM	AT	MA	AT

Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Tabela 12 é apresentada a matriz de decisão com as respostas do Decisor 2.

**Tabela 12 – Matriz de decisão do Decisor 2**

Critérios/ Alternativas	+	-	-	+	+	+
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	0,283	0,224	0,180	0,144	0,104	0,065
A1	AM	AT	AM	AT	AM	MA
A2	AT	AT	AT	AM	AM	AT
A3	MA	MA	AT	MA	AT	MD
A4	MA	MA	AT	AT	AT	MA
A5	MA	MA	MA	MA	MA	MA
A6	MA	MA	AT	AM	AT	AM
A7	MD	AM	MD	AT	BM	MA

Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Tabela 13, está a matriz de decisão com as respostas do Decisor 3.

**Tabela 13 – Matriz de decisão do Decisor 3**

Critérios/ Alternativas	+	-	-	+	+	+
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	0,283	0,224	0,180	0,144	0,104	0,065
A1	AT	AT	AT	AT	MB	MA
A2	BM	AT	MA	MA	MA	AT
A3	AT	MA	AT	AT	MA	AM
A4	AT	MA	MA	MA	AT	AT
A5	MA	MA	AT	AT	AT	MA
A6	AT	MA	AT	MD	MD	AM
A7	MD	AM	MD	AM	BX	MA

Fonte: Autoria Própria (2021).

A matriz de decisão com as respostas do Decisor 4, são apresentadas na Tabela 14.



Tabela 14 – Matriz de decisão do Decisor 4

Critérios/ Alternativas	+	-	-	+	+	+
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	0,283	0,224	0,180	0,144	0,104	0,065
A1	AT	MA	AT	AT	AM	MD
A2	AT	AT	AT	AM	AM	AT
A3	MA	MA	MA	AT	MD	AT
A4	MA	MA	MA	AT	AT	MA
A5	MA	MA	MA	MA	MA	MA
A6	MA	MA	AT	AM	MD	BM
A7	MD	AT	MD	AT	BM	MA

Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Tabela 15, está a matriz de decisão com as respostas do Decisor 5.

Tabela 15 – Matriz de decisão do Decisor 5

Critérios/ Alternativas	+	-	-	+	+	+
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	0,283	0,224	0,180	0,144	0,104	0,065
A1	AT	AT	AT	AT	AT	MA
A2	BM	AT	MA	AM	MA	AT
A3	MA	AT	AT	AT	MD	AM
A4	AT	MA	MA	MD	AT	AT
A5	MA	AT	MA	AT	MA	AT
A6	AT	MA	AT	AM	MD	MD
A7	MD	AM	BM	AM	BM	MA

Fonte: Autoria Própria (2021).

As colunas da matriz de decisão simbolizam os critérios do C1 ao C6, sendo os critérios C1, C4, C5, C6 critérios de maximização e os critérios C2 e C3 de minimização, conforme é demonstrado na primeira linha da tabela. Os pesos dos critérios também são apresentados na terceira linha da tabela. Já as colunas representam as alternativas, sendo elas de A1 a A7. Todos os critérios foram expressos utilizando variáveis linguísticas para apresentar o seu valor.

#### 4.7 Aplicação do *fuzzy* TOPSIS

Com a matriz de decisão elaborada e preenchida, uma nova matriz foi criada, agora convertendo as variáveis linguísticas em números *fuzzy* triangulares, conforme

demonstrado na Tabela 2. Nesta etapa é apresentada as matrizes dos cinco decisores. Na Tabela 16 a matriz *fuzzy* para o decisor 1 é apresentada.

**Tabela 16 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 1**

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A2	4	6	8	8	10	11	8	10	11
A3	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A4	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A7	8	10	11	6	8	10	2	4	6

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	10	11	11	4	6	8
A2	1	1	2	4	6	8	8	10	11
A3	8	10	11	4	6	8	8	10	11
A4	10	11	11	4	6	8	8	10	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	6	8	10	4	6	8	2	4	6
A7	8	10	11	10	11	11	8	10	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Tabela 17 está contida a matriz *fuzzy* do decisor 2.

**Tabela 17 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 2**

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	6	8	10	8	10	11	6	8	10
A2	8	10	11	8	10	11	8	10	11
A3	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A4	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A7	4	6	8	6	8	10	4	6	8

(continua)

Tabela 17 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 2

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	6	8	10	10	11	11
A2	6	8	10	6	8	10	8	10	11
A3	10	11	11	8	10	11	4	6	8
A4	8	10	11	8	10	11	10	11	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	6	8	10	8	10	11	6	8	10
A7	8	10	11	2	4	6	10	11	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

(Conclusão)

Na Tabela 18 está matriz fuzzificada do decisor 3.

Tabela 18 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 3

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	8	10	11	8	10	11
A2	2	4	6	8	10	11	10	11	11
A3	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A4	8	10	11	10	11	11	10	11	11
A5	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A6	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A7	4	6	8	6	8	10	4	6	8

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	1	1	2	10	11	11
A2	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A3	8	10	11	10	11	11	6	8	10
A4	10	11	11	8	10	11	8	10	11
A5	8	10	11	8	10	11	10	11	11
A6	4	6	8	4	6	8	6	8	10
A7	6	8	10	1	2	4	10	11	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

A matriz do decisor 4 está presente na matriz *fuzzy* na Tabela 19.

Tabela 19 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 4

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A2	8	10	11	8	10	11	8	10	11
A3	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A4	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	10	11	11	10	11	11	8	10	11
A7	4	6	8	8	10	11	4	6	8

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	6	8	10	4	6	8
A2	6	8	10	6	8	10	8	10	11
A3	8	10	11	4	6	8	8	10	11
A4	8	10	11	8	10	11	10	11	11
A5	10	11	11	10	11	11	10	11	11
A6	6	8	10	4	6	8	2	4	6
A7	8	10	11	2	4	6	10	11	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

A matriz *fuzzy* do decisor 5 está contida na Tabela 20.Tabela 20 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 5

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	8	10	11	8	10	11
A2	2	4	6	8	10	11	10	11	11
A3	10	11	11	8	10	11	8	10	11
A4	8	10	11	10	11	11	10	11	11
A5	10	11	11	8	10	11	10	11	11
A6	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A7	4	6	8	6	8	10	2	4	6

(continua)

Tabela 20 – Matriz de decisão *fuzzy* do Decisor 5

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	8	10	11	10	11	11
A2	6	8	10	10	11	11	8	10	11
A3	8	10	11	4	6	8	6	8	10
A4	4	6	8	8	10	11	8	10	11
A5	8	10	11	10	11	11	8	10	11
A6	6	8	10	4	6	8	4	6	8
A7	6	8	10	2	4	6	10	11	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

(Conclusão)

As cinco matrizes de decisão *fuzzy* foram agregadas em uma única matriz para a continuação dos cálculos, de acordo com a equação 6. A agregação das matrizes é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 – Matriz de decisão *fuzzy* agregada

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	6	9,6	11	8	10,4	11	6	9,6	11
A2	2	6,8	11	8	10	11	8	10,4	11
A3	8	10,8	11	8	10,8	11	8	10,4	11
A4	8	10,6	11	10	11	11	8	10,8	11
A5	10	11	11	8	10,8	11	8	10,8	11
A6	8	10,6	11	10	11	11	8	10	11
A7	4	6,8	11	6	8,4	11	2	5,2	8

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A1	8	10	11	1	7,6	11	4	9	11
A2	1	7,2	11	4	8,8	11	8	10	11
A3	8	10,2	11	4	7,8	11	4	8,4	11
A4	4	9,6	11	4	9,2	11	8	10,4	11
A5	8	10,6	11	8	10,8	11	8	10,8	11
A6	4	7,6	10	4	6,8	11	2	6	10
A7	6	9,2	11	1	5	11	8	10,8	11

Fonte: Autoria Própria (2021).

Nesta etapa, é feita a normalização da matriz de decisão, considerando os critérios de maximização (C1, C4, C5 e C6) e de minimização (C2 e C3), conforme é apresentada na Tabela 22.

**Tabela 22 – Matriz de decisão *fuzzy* normalizada**

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>A1</b>	0,545	0,873	1,000	0,545	0,577	0,750	0,182	0,333	0,208
<b>A2</b>	0,182	0,618	1,000	0,545	0,600	0,750	0,182	0,250	0,192
<b>A3</b>	0,727	0,982	1,000	0,545	0,556	0,750	0,182	0,250	0,192
<b>A4</b>	0,727	0,964	1,000	0,545	0,545	0,600	0,182	0,250	0,185
<b>A5</b>	0,909	1,000	1,000	0,545	0,556	0,750	0,182	0,250	0,185
<b>A6</b>	0,727	0,964	1,000	0,545	0,545	0,600	0,182	0,250	0,200
<b>A7</b>	0,364	0,618	1,000	0,545	0,714	1,000	0,250	1,000	0,385

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<b>A1</b>	0,727	0,909	1,000	0,091	0,691	1,000	0,364	0,818	1,000
<b>A2</b>	0,091	0,655	1,000	0,364	0,800	1,000	0,727	0,909	1,000
<b>A3</b>	0,727	0,927	1,000	0,364	0,709	1,000	0,364	0,764	1,000
<b>A4</b>	0,364	0,873	1,000	0,364	0,836	1,000	0,727	0,945	1,000
<b>A5</b>	0,727	0,964	1,000	0,727	0,982	1,000	0,727	0,982	1,000
<b>A6</b>	0,364	0,691	0,909	0,364	0,618	1,000	0,182	0,545	0,909
<b>A7</b>	0,545	0,836	1,000	0,091	0,455	1,000	0,727	0,982	1,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

Foi realizada a ponderação da matriz decisória com os pesos dos critérios determinados pelo método SWARA. Na Tabela 23 é apresentada a matriz de decisão *fuzzy* ponderada.

**Tabela 23 – Matriz de decisão *fuzzy* ponderada**

Critérios/ Alternativas	C1			C2			C3		
	a	b	C	a	b	c	a	b	c
<b>A1</b>	0,154	0,247	0,283	0,122	0,129	0,168	0,033	0,060	0,038
<b>A2</b>	0,051	0,175	0,283	0,122	0,134	0,168	0,033	0,045	0,035
<b>A3</b>	0,206	0,278	0,283	0,122	0,124	0,168	0,033	0,045	0,035
<b>A4</b>	0,206	0,273	0,283	0,122	0,122	0,134	0,033	0,045	0,033
<b>A5</b>	0,257	0,283	0,283	0,122	0,124	0,168	0,033	0,045	0,033
<b>A6</b>	0,206	0,273	0,283	0,122	0,122	0,134	0,033	0,045	0,036
<b>A7</b>	0,103	0,175	0,283	0,122	0,160	0,224	0,045	0,180	0,069

(continua)

Critérios/ Alternativas	C4			C5			C6		
	a	b	C	a	b	c	a	b	c
A1	0,105	0,131	0,144	0,009	0,072	0,104	0,024	0,053	0,065
A2	0,013	0,094	0,144	0,038	0,083	0,104	0,047	0,059	0,065
A3	0,105	0,134	0,144	0,038	0,074	0,104	0,024	0,049	0,065
A4	0,052	0,126	0,144	0,038	0,087	0,104	0,047	0,061	0,065
A5	0,105	0,139	0,144	0,076	0,102	0,104	0,047	0,064	0,065
A6	0,052	0,100	0,131	0,038	0,064	0,104	0,012	0,035	0,059
A7	0,079	0,121	0,144	0,009	0,047	0,104	0,047	0,064	0,065

Fonte: Autoria Própria (2021).

(Conclusão)

Foi calculada a solução ideal (FPIS, A\*) como  $\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$  e a solução anti-ideal (FNIS, A<sup>-</sup>) como  $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ . As distâncias das alternativas até a solução ideal FPIS ( $d_i^+$ ) e a solução anti-ideal FNIS ( $d_i^-$ ), foram definidas de acordo com as equações (12) e (13). A seguir, na Tabela 24 as distâncias FPIS ( $d_i^+$ ) para cada alternativa em comparação com a solução ideal é apresentada.

Tabela 24 – Distância FPIS ( $d_i^+$ )

Critérios/ Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	$d_i^+$
A1	0,774	0,861	0,957	0,873	0,939	0,953	5,356
A2	0,836	0,859	0,963	0,918	0,926	0,943	5,443
A3	0,745	0,862	0,963	0,872	0,929	0,954	5,325
A4	0,747	0,874	0,963	0,893	0,924	0,942	5,344
A5	0,726	0,862	0,963	0,871	0,906	0,942	5,269
A6	0,747	0,874	0,962	0,906	0,932	0,965	5,386
A7	0,816	0,833	0,904	0,886	0,947	0,942	5,327

Fonte: Autoria Própria (2021).

E na Tabela 25 são apresentadas as distâncias FNIS ( $d_i^-$ ) das alternativas em relação a solução anti-ideal.

Tabela 25 – Distância FNIS ( $d_i^-$ )

Critérios/ Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	$d_i^-$
A1	0,235	0,141	0,045	0,128	0,073	0,050	0,672
A2	0,194	0,143	0,038	0,100	0,080	0,057	0,612
A3	0,258	0,140	0,038	0,129	0,077	0,049	0,690
A4	0,256	0,126	0,037	0,115	0,081	0,058	0,674
A5	0,275	0,140	0,037	0,131	0,095	0,059	0,736
A6	0,256	0,126	0,038	0,100	0,074	0,040	0,635
A7	0,201	0,174	0,114	0,118	0,066	0,059	0,732

Fonte: Autoria Própria (2021).

A etapa seguinte foi determinar o coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) para cada uma das alternativas, conforme a equação (14), onde quanto mais próximo de 1 o valor de  $CC_i$ , mais próximo de FPIS e mais distante de FNIS a alternativa se encontra. Na Tabela 26 é apresentado o coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) de cada alternativa.

Tabela 26 – Coeficiente de proximidade ( $CC_i$ ) das alternativas

Critérios/ Alternativas	$d_i^+$	$d_i^-$	$CC_i$
A1	5,356	0,672	0,111
A2	5,443	0,612	0,101
A3	5,325	0,690	0,115
A4	5,344	0,674	0,112
A5	5,269	0,736	0,123
A6	5,386	0,635	0,105
A7	5,327	0,732	0,121

Fonte: Autoria Própria (2021).

Na Tabela 27 são apresentados os  $CC_i$  de forma decrescente para obtenção do ranqueamento das alternativas.



Tabela 27 – Ranking das alternativas

Alternativas	CC	Ranking
<b>A5</b>	0,123	1
<b>A7</b>	0,121	2
<b>A3</b>	0,115	3
<b>A4</b>	0,112	4
<b>A1</b>	0,111	5
<b>A6</b>	0,105	6
<b>A2</b>	0,101	7

Fonte: Autoria Própria (2021).

O ranking apresentado na Tabela 27 é o resultado da modelagem híbrida de apoio a decisão proposto neste estudo.

Por meio deste trabalho foi possível identificar que a alternativa A5, Densidade Populacional dos Animais, conforme o modelo, a melhor prática. Seguida, da alternativa A7, Instalações Adequadas e Adaptadas, cujo valor de CC ficaram bem próximas, 0,123 e 0,121, respectivamente, demonstrando a importância das duas propostas.

#### 4.8 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é importante, pois permite verificar o impacto da variação nos pesos dos critérios na ordem de priorização das alternativas, para tal, foram seguidas as etapas propostas na seção 3.7. Todos os critérios foram selecionados para variação dos pesos. De acordo com o segundo passo, as Tabelas 28 a 33 apresentam os novos pesos proporcionais dos critérios.

Tabela 28 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Peso e Condição Corporal (C1)

C1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
<b>C2</b>	0,312	0,281	0,250	0,218	0,187	0,156	0,125	0,094	0,062	0,031	0,000
<b>C3</b>	0,251	0,226	0,201	0,176	0,151	0,126	0,101	0,075	0,050	0,025	0,000
<b>C4</b>	0,201	0,181	0,161	0,141	0,121	0,100	0,080	0,060	0,040	0,020	0,000
<b>C5</b>	0,090	0,081	0,072	0,063	0,054	0,045	0,036	0,027	0,018	0,009	0,000
<b>C6</b>	0,145	0,130	0,116	0,101	0,087	0,072	0,058	0,043	0,029	0,014	0,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 29 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Taxa de Morbidade (C2)**

<b>C1</b>	0,365	0,328	0,292	0,255	0,219	0,182	0,146	0,109	0,073	0,036	0,000
<b>C2</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>
<b>C3</b>	0,232	0,209	0,186	0,163	0,139	0,116	0,093	0,070	0,046	0,023	0,000
<b>C4</b>	0,186	0,167	0,149	0,130	0,112	0,093	0,074	0,056	0,037	0,019	0,000
<b>C5</b>	0,083	0,075	0,067	0,058	0,050	0,042	0,033	0,025	0,017	0,008	0,000
<b>C6</b>	0,134	0,120	0,107	0,094	0,080	0,067	0,054	0,040	0,027	0,013	0,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 30 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Taxa de Mortalidade (C3)**

<b>C1</b>	0,345	0,311	0,276	0,242	0,207	0,173	0,138	0,104	0,069	0,035	0,000
<b>C2</b>	0,273	0,246	0,218	0,191	0,164	0,136	0,109	0,082	0,055	0,027	0,000
<b>C3</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>
<b>C4</b>	0,176	0,158	0,141	0,123	0,106	0,088	0,070	0,053	0,035	0,018	0,000
<b>C5</b>	0,079	0,071	0,063	0,055	0,047	0,039	0,032	0,024	0,016	0,008	0,000
<b>C6</b>	0,127	0,114	0,101	0,089	0,076	0,063	0,051	0,038	0,025	0,013	0,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 31 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Comportamento dos Animais (C4)**

<b>C1</b>	0,331	0,298	0,264	0,231	0,198	0,165	0,132	0,099	0,066	0,033	0,000
<b>C2</b>	0,261	0,235	0,209	0,183	0,157	0,131	0,105	0,078	0,052	0,026	0,000
<b>C3</b>	0,211	0,190	0,168	0,147	0,126	0,105	0,084	0,063	0,042	0,021	0,000
<b>C4</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>
<b>C5</b>	0,076	0,068	0,061	0,053	0,045	0,038	0,030	0,023	0,015	0,008	0,000
<b>C6</b>	0,121	0,109	0,097	0,085	0,073	0,061	0,049	0,036	0,024	0,012	0,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 32 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Eficiência Reprodutiva (C5)**

<b>C1</b>	0,154	0,139	0,123	0,108	0,093	0,077	0,062	0,046	0,031	0,015	0,000
<b>C2</b>	0,239	0,215	0,191	0,168	0,144	0,120	0,096	0,072	0,048	0,024	0,000
<b>C3</b>	0,193	0,173	0,154	0,135	0,116	0,096	0,077	0,058	0,039	0,019	0,000
<b>C4</b>	0,303	0,273	0,242	0,212	0,182	0,151	0,121	0,091	0,061	0,030	0,000
<b>C5</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>
<b>C6</b>	0,111	0,100	0,089	0,078	0,067	0,056	0,044	0,033	0,022	0,011	0,000

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 33 – Variação dos pesos de 0 a 1 do critério Respostas ao Manejo (C6)**

<b>C1</b>	0,161	0,145	0,129	0,113	0,097	0,081	0,064	0,048	0,032	0,016	0,000
<b>C2</b>	0,250	0,225	0,200	0,175	0,150	0,125	0,100	0,075	0,050	0,025	0,000
<b>C3</b>	0,201	0,181	0,161	0,141	0,121	0,101	0,080	0,060	0,040	0,020	0,000
<b>C4</b>	0,316	0,284	0,253	0,221	0,190	0,158	0,126	0,095	0,063	0,032	0,000
<b>C5</b>	0,072	0,065	0,058	0,051	0,043	0,036	0,029	0,022	0,014	0,007	0,000
<b>C6</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>

Fonte: Autoria Própria (2021).

Nas tabelas 34 a 39 são apresentados os novos coeficientes de proximidade ( $CC_i$ ), conforme indicado no passo 3 da seção 3.7.

**Tabela 34 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C1**

	<b>W<sub>1</sub>=0</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,1</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,2</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,3</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,4</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,5</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,6</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,7</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,8</b>	<b>W<sub>1</sub>=0,9</b>	<b>W<sub>1</sub>=1</b>
<b>A1</b>	0,100	0,102	0,105	0,107	0,109	0,111	0,113	0,115	0,117	0,119	0,121
<b>A2</b>	0,081	0,087	0,097	0,109	0,121	0,133	0,144	0,155	0,166	0,176	0,185
<b>A3</b>	0,084	0,094	0,109	0,126	0,142	0,157	0,171	0,185	0,198	0,211	0,223
<b>A4</b>	0,085	0,095	0,110	0,126	0,141	0,156	0,171	0,184	0,197	0,210	0,221
<b>A5</b>	0,092	0,103	0,118	0,134	0,150	0,165	0,179	0,193	0,206	0,218	0,229
<b>A6</b>	0,072	0,084	0,100	0,118	0,135	0,151	0,166	0,181	0,195	0,209	0,221
<b>A7</b>	0,100	0,104	0,113	0,123	0,133	0,143	0,153	0,162	0,171	0,180	0,188

Fonte: Autoria Própria (2021).

**Tabela 35 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C2**

	<b>W<sub>4</sub>=0</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,1</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,2</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,3</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,4</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,5</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,6</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,7</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,8</b>	<b>W<sub>4</sub>=0,9</b>	<b>W<sub>4</sub>=1</b>
<b>A1</b>	0,107	0,107	0,107	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,105	0,105	0,105
<b>A2</b>	0,131	0,120	0,110	0,100	0,091	0,083	0,077	0,070	0,065	0,060	0,055
<b>A3</b>	0,150	0,138	0,126	0,114	0,103	0,093	0,084	0,076	0,068	0,062	0,055
<b>A4</b>	0,151	0,138	0,126	0,114	0,103	0,093	0,084	0,076	0,068	0,061	0,055
<b>A5</b>	0,160	0,147	0,134	0,122	0,110	0,099	0,088	0,079	0,071	0,063	0,055
<b>A6</b>	0,140	0,129	0,117	0,107	0,097	0,087	0,079	0,072	0,066	0,060	0,055
<b>A7</b>	0,147	0,135	0,124	0,113	0,103	0,093	0,085	0,077	0,070	0,063	0,056

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 36 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C3

	$W_4=0$	$W_4=0,1$	$W_4=0,2$	$W_4=0,3$	$W_4=0,4$	$W_4=0,5$	$W_4=0,6$	$W_4=0,7$	$W_4=0,8$	$W_4=0,9$	$W_4=1$
<b>A1</b>	0,120	0,113	0,105	0,097	0,090	0,082	0,074	0,066	0,058	0,050	0,042
<b>A2</b>	0,122	0,114	0,106	0,097	0,089	0,080	0,071	0,062	0,053	0,044	0,035
<b>A3</b>	0,141	0,131	0,121	0,111	0,100	0,090	0,079	0,068	0,057	0,046	0,035
<b>A4</b>	0,141	0,131	0,121	0,111	0,100	0,090	0,079	0,068	0,057	0,046	0,035
<b>A5</b>	0,151	0,140	0,129	0,118	0,106	0,095	0,083	0,071	0,059	0,047	0,035
<b>A6</b>	0,131	0,122	0,113	0,104	0,094	0,085	0,075	0,066	0,056	0,046	0,035
<b>A7</b>	0,125	0,123	0,121	0,119	0,116	0,114	0,112	0,110	0,107	0,105	0,103

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 37 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C4

	$W_4=0$	$W_4=0,1$	$W_4=0,2$	$W_4=0,3$	$W_4=0,4$	$W_4=0,5$	$W_4=0,6$	$W_4=0,7$	$W_4=0,8$	$W_4=0,9$	$W_4=1$
<b>A1</b>	0,100	0,105	0,109	0,114	0,118	0,123	0,128	0,133	0,137	0,142	0,146
<b>A2</b>	0,106	0,107	0,108	0,108	0,109	0,109	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111
<b>A3</b>	0,119	0,122	0,125	0,127	0,130	0,133	0,136	0,139	0,142	0,145	0,147
<b>A4</b>	0,122	0,123	0,124	0,125	0,125	0,126	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
<b>A5</b>	0,128	0,130	0,132	0,135	0,137	0,139	0,141	0,143	0,146	0,148	0,149
<b>A6</b>	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,114	0,114	0,114	0,114	0,113
<b>A7</b>	0,119	0,120	0,122	0,124	0,125	0,127	0,128	0,130	0,131	0,133	0,134

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 38 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C5

	$W_5=0$	$W_5=0,1$	$W_5=0,2$	$W_5=0,3$	$W_5=0,4$	$W_5=0,5$	$W_5=0,6$	$W_5=0,7$	$W_5=0,8$	$W_5=0,9$	$W_5=1$
<b>A1</b>	0,111	0,109	0,108	0,106	0,104	0,103	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093
<b>A2</b>	0,095	0,097	0,099	0,101	0,103	0,105	0,107	0,108	0,110	0,112	0,113
<b>A3</b>	0,111	0,110	0,109	0,109	0,108	0,107	0,106	0,106	0,105	0,103	0,102
<b>A4</b>	0,108	0,109	0,110	0,111	0,112	0,113	0,114	0,115	0,116	0,117	0,117
<b>A5</b>	0,116	0,119	0,123	0,126	0,129	0,133	0,136	0,140	0,143	0,146	0,149
<b>A6</b>	0,098	0,097	0,097	0,096	0,096	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092	0,091
<b>A7</b>	0,117	0,111	0,106	0,101	0,096	0,090	0,085	0,079	0,074	0,068	0,063

Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 39 – Novos  $CC_i$  com variações dos pesos do C6

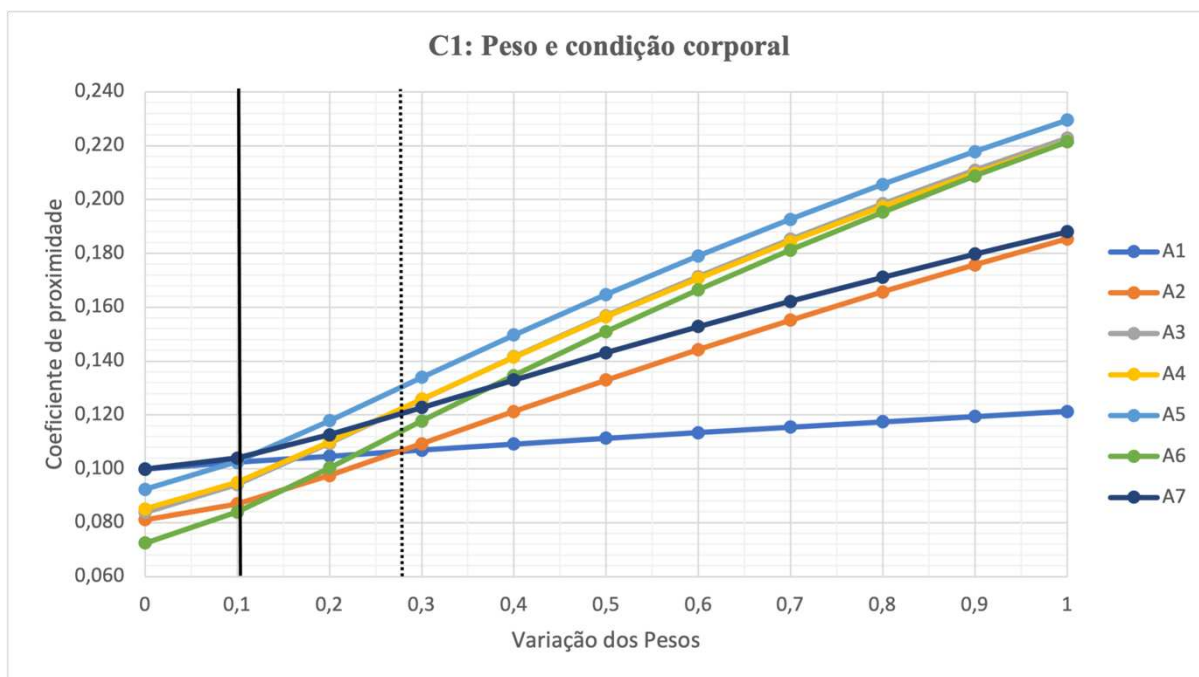
	$W_6=0$	$W_6=0,1$	$W_6=0,2$	$W_6=0,3$	$W_6=0,4$	$W_6=0,5$	$W_6=0,6$	$W_6=0,7$	$W_6=0,8$	$W_6=0,9$	$W_6=1$
<b>A1</b>	0,108	0,110	0,112	0,114	0,116	0,118	0,120	0,121	0,123	0,125	0,126
<b>A2</b>	0,091	0,096	0,102	0,108	0,113	0,119	0,124	0,130	0,136	0,141	0,146
<b>A3</b>	0,109	0,110	0,112	0,113	0,115	0,117	0,118	0,119	0,121	0,122	0,123
<b>A4</b>	0,104	0,108	0,113	0,117	0,122	0,126	0,131	0,135	0,140	0,144	0,148
<b>A5</b>	0,114	0,118	0,121	0,125	0,129	0,133	0,136	0,140	0,144	0,147	0,150
<b>A6</b>	0,097	0,098	0,098	0,098	0,099	0,099	0,100	0,100	0,100	0,101	0,101
<b>A7</b>	0,109	0,113	0,117	0,122	0,126	0,130	0,134	0,139	0,143	0,147	0,150

Fonte: Autoria Própria (2021).

A partir dos novos coeficientes de proximidades ( $CC_i$ ), os gráficos são plotados, conforme sugerido no quarto passo da seção 3.7. Dessa forma é possível analisar o comportamento do ranking de alternativas. Nos gráficos de 1 a 6 são apresentadas as análises de sensibilidade para cada um dos critérios, onde no eixo horizontal (x) encontra-se a variação dos pesos de cada um dos critérios e no eixo vertical (y) são apresentados os coeficientes de proximidade ( $CC_i$ ). A linha tracejada representa o valor do peso determinado pelo SWARA e a linha contínua indica a alteração no ranqueamento das alternativas.

No gráfico 1 é apresentada a análise de sensibilidade do critério C1 (Peso e condição corporal).

Gráfico 1 – Análise de sensibilidade do critério C1



Fonte: Autoria Própria (2021).

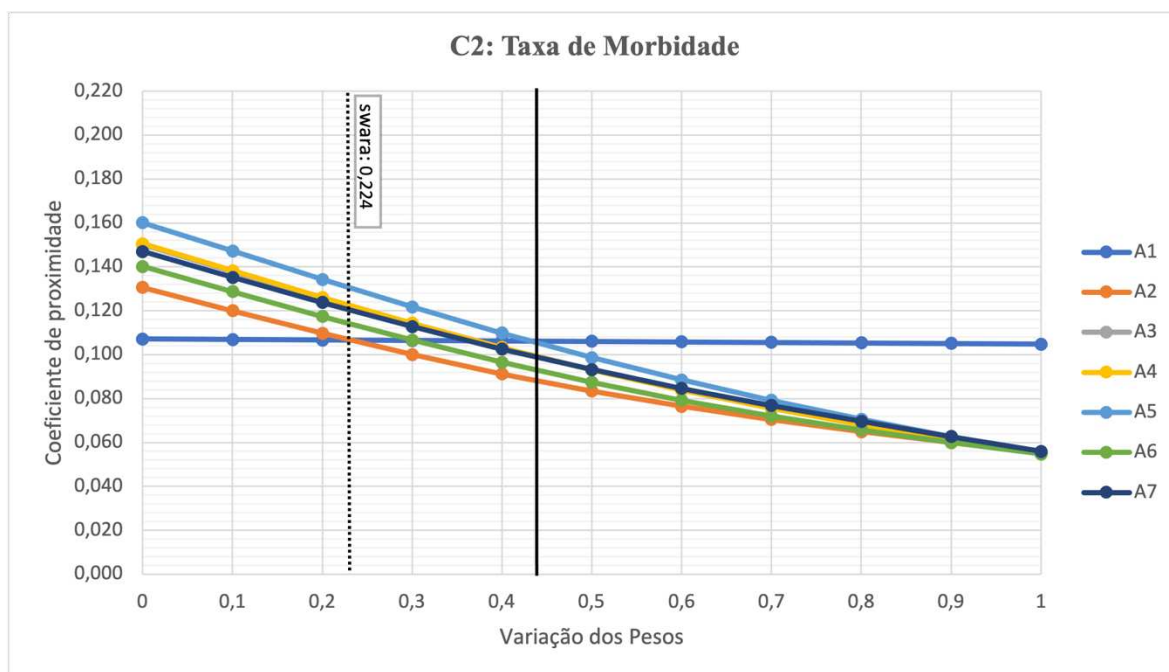
Avaliando o comportamento do critério C1 (Peso e condição corporal), as alternativas A1 e A7 possuem as maiores prioridades quando estas possuem um peso entre 0 e 0,1. A partir deste peso, a alternativa A5 assume o posto de maior prioridade.

A alternativa A1, que com o peso até 0,1 era uma das melhores alternativas, quando passa a ter peso de 0,3 torna-se a pior alternativa.

Outro ponto de destaque é a alternativa A6, que entre os pesos 0 e 0,1 obtinha a pior colocação dentre todas as alternativas, passa a ser a segunda melhor alternativa empatada com a alternativa A4, com o peso 1.

No gráfico 2 é apresentada a análise de sensibilidade variando os pesos do Taxa de Morbidade (C2).

Gráfico 2 – Análise de sensibilidade do critério C2

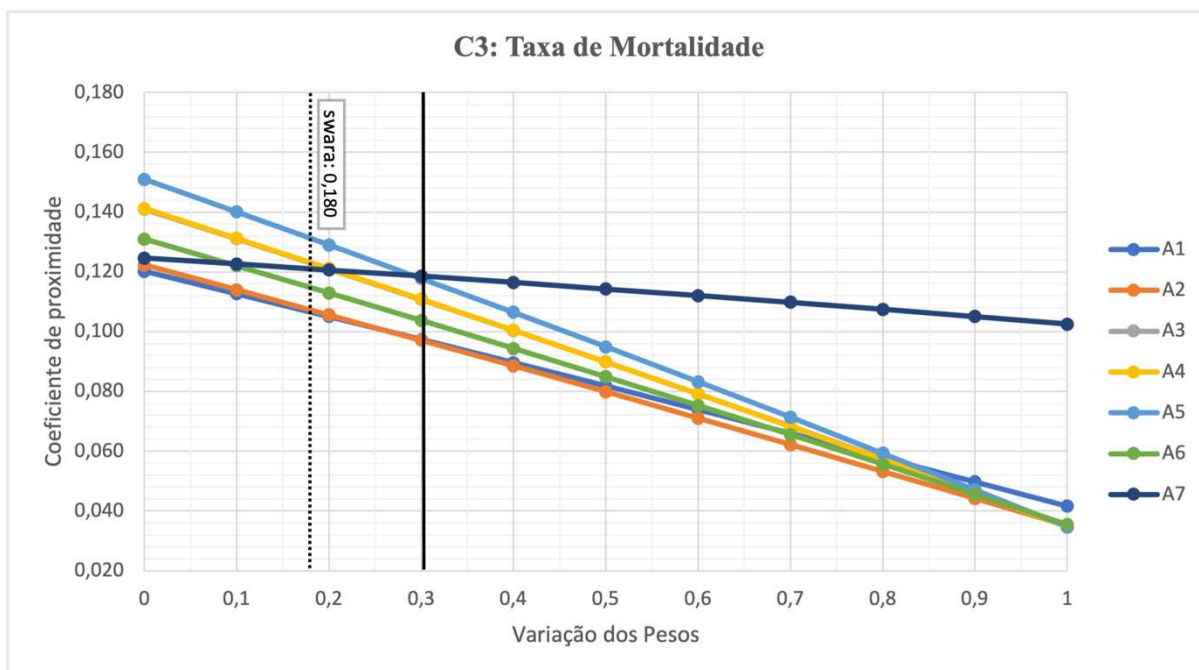


Fonte: Autoria Própria (2021).

Pode-se verificar que para o peso determinado pelo SWARA – indicado pela linha tracejada (0,224), para o critério Taxa de Morbidade (C2), a alternativa A5 lidera o ranking, no entanto, a partir do peso 0,3, a alternativa A1 assume a liderança, passando da pior com o peso até 0,2 para a melhor alternativa.

No gráfico 3 apresenta-se a análise de sensibilidade variando os pesos do Taxa de Mortalidade (C3).

Gráfico 3 – Análise de sensibilidade do critério C3



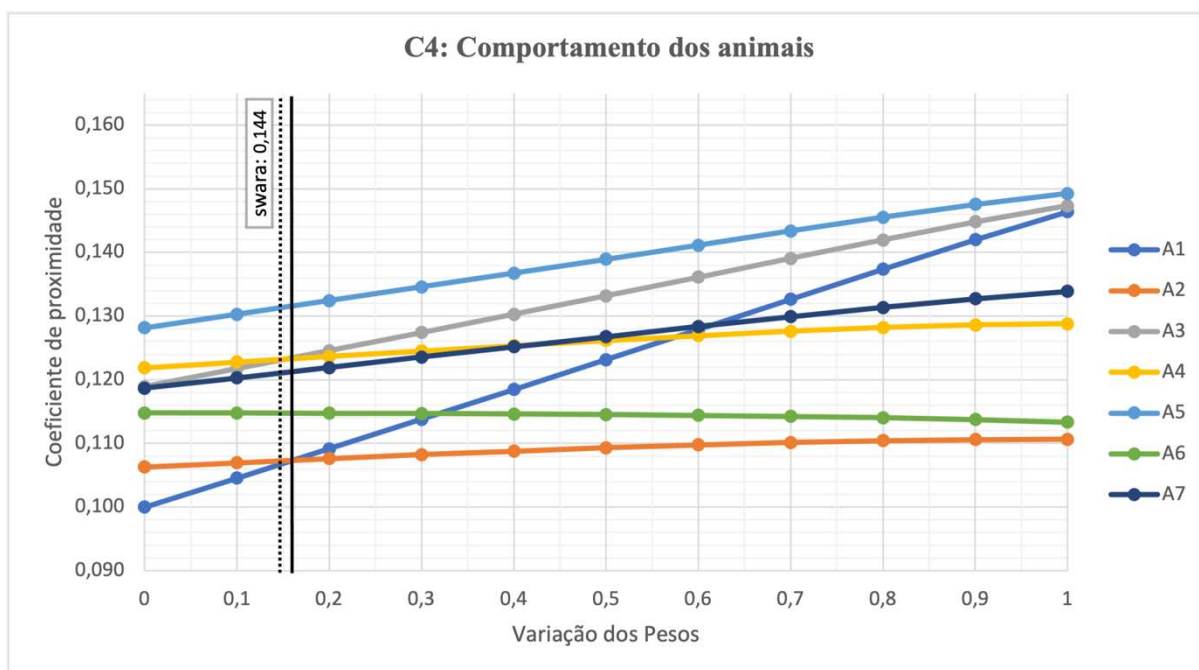
Fonte: Autoria Própria (2021).

No critério Taxa de Mortalidade (C3), com o peso definido pelo SWARA (0,180), a melhor alternativa é a A5, porém, a partir do peso 0,3 a alternativa A7 assume a liderança no ranking de alternativas.

No gráfico 4 é apresentada a análise de sensibilidade variando os pesos do Comportamento dos animais (C4).



Gráfico 4 – Análise de sensibilidade do critério C4



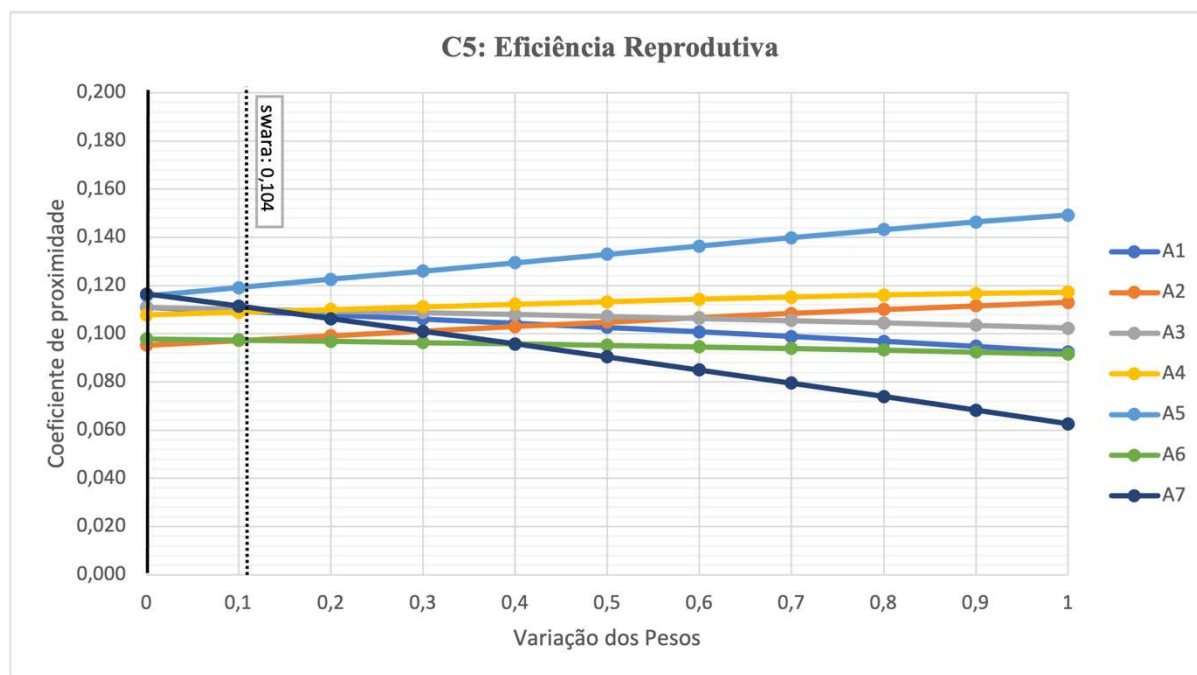
Fonte: Autoria Própria (2021).

Para o critério Comportamento dos animais (C4), quando aplicado ao peso calculado pelo SWARA, a melhor alternativa é a A5 e assim segue durante toda a variação de pesos do critério.

A alternativa A1 que, inicialmente com peso igual a 0 até 1,5 é a pior alternativa dentre todas, passa-se a terceira melhor alternativa a partir do peso 0,6.

No gráfico 5 apresenta-se a análise de sensibilidade variando os pesos do Eficiência Reprodutiva (C5).

Gráfico 5 – Análise de sensibilidade do critério C5



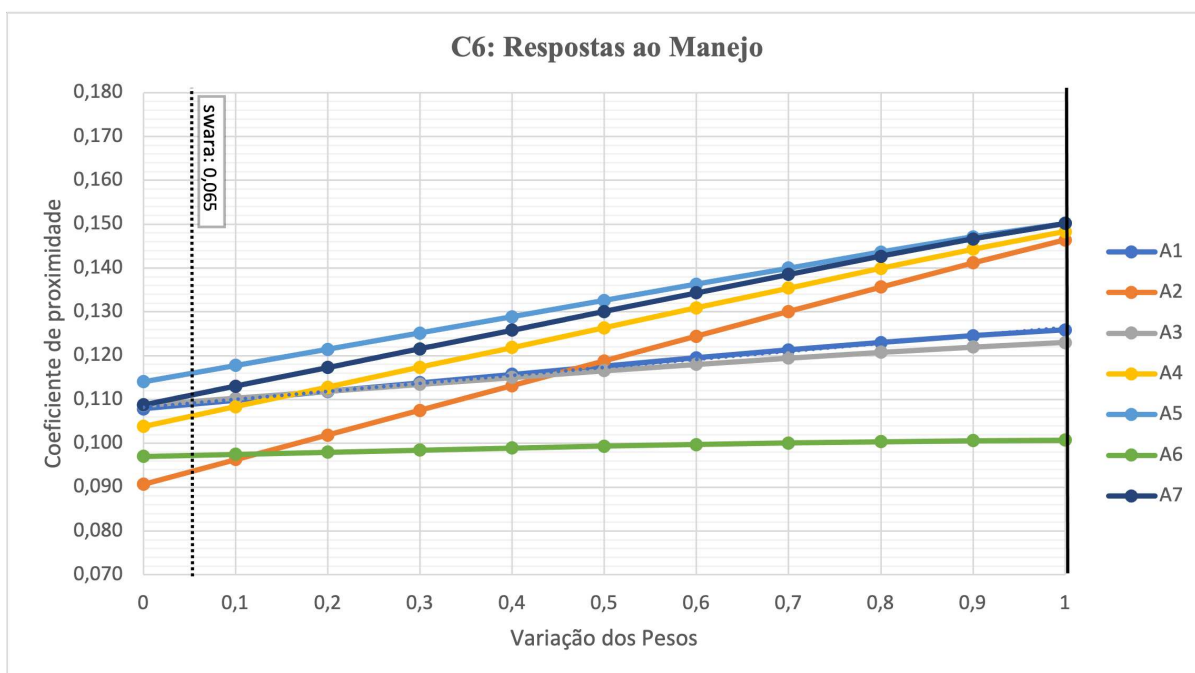
Fonte: Autoria Própria (2021).

Para o critério Eficiência Reprodutiva (C5), com o peso calculado pelo SWARA 0,104, a melhor alternativa é a A5 e assim continua a partir do peso 0 por toda a escala de pesos.

Uma alternativa que se destaca é a A4, que até o peso 0,2 é só a quarta melhor, no entanto a partir deste peso passa a ser a segunda melhor alternativa dentre todas.

No gráfico 6 é apresentada a análise de sensibilidade variando os pesos do Respostas ao Manejo (C6).

Gráfico 6 – Análise de sensibilidade do critério C6



Fonte: Autoria Própria (2021).

No critério Respostas ao Manejo (C6) para o peso determinado pelo SWARA (0,065), a melhor alternativa é a A5, e assim permanece por toda a escala de 0 a 1, porém, com o peso em 0,9 e 1 ganha a companhia da alternativa A7 como a melhor alternativa no ranking.

O ranking de alternativas calculado pelo *Fuzzy TOPSIS* a partir dos pesos determinados pelo SWARA estabeleceu a alternativa A5 como sendo a principal prática dentre as alternativas e logo em seguida com a segunda alternativa selecionada a A7 e, com exceção do critério Taxa de Morbidade (C2), isso se mantém durante a variação de pesos da análise sensibilidade como as duas alternativas principais do modelo.

É importante ressaltar que quanto maior o valor de atribuição de importância para um critério, maior será o seu peso e impacto no processo de decisão, minimizando a influência dos demais critérios na ordenação final.

## 5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos por meio da aplicação das ferramentas no estudo, a alternativa A5, Densidade Populacional, foi considerada a mais importante, o que corrobora com a pesquisa de EFSA (2012), onde concluiu que, a partir de um estudo realizado com gados de corte em confinamento, os animais estavam mais suscetíveis a doenças respiratórias e distúrbios comportamentais em razão da alta concentração de animais.

É possível observar, a partir das respostas dos especialistas, a importância da prática A5, uma vez que em todos os critérios propostos a Densidade Populacional, obteve a classificação de importância Alta ou Muito Alta, para todos os decisores.

Uma alta taxa de concentração de animais pode provocar uma série de problemas à eles e conseqüentemente ao produtor. A taxa de reprodução tende a ser menor, principalmente em sistemas extensivos onde a disponibilidade de alimentos é limitada e de reposição mais lenta que em confinamentos.

O mesmo ocorre para taxas de mortalidade e morbidade que ambos são influenciados de alguma forma com uma alta densidade de animais.

O segundo critério mais importante, segundo este estudo, é a alternativa A7, Instalações Adequadas e Adaptadas, comprovado pelo trabalho conduzido por Lima *et al.*, (2017), onde vacas nelores foram divididas em dois grupos, expostas a diferentes manejos em currais, concluíram que o grupo manipulado de modo mais adequado teve reduções significativas nos níveis de cortisol em comparação com o grupo com manejo comum.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição de prioridades para implantação de práticas que aumentem a saúde e bem-estar de bovinos em produção de corte é um processo crítico, pois em maior ou menor grau todas as práticas são pertinentes. Dessa forma, neste trabalho a inclusão de produtores, pessoas que trabalham diariamente com o manejo do gado, foi primordial para a condução do estudo.

O trabalho levou em consideração seis critérios definidos pela equipe de decisão, que foi formada por cinco produtores de gado, que consideraram os aspectos importantes e relevantes da prática de saúde e bem-estar animal. Como por exemplo o critério C1, que considera o peso e condição corporal dos bovinos e o critério C2 que representa a taxa de morbidade dos animais, ambos bem pontuados pelo SWARA, sendo considerados os dois mais importantes do modelo.

Como mencionado o método SWARA foi empregado devido a sua facilidade na avaliação dos especialistas, além de ser necessário um número significativamente menor de comparações em relação a outros métodos. O uso do *fuzzy* TOPSIS foi importante para diminuir as incertezas inerentes às respostas coletadas, permitindo assim expressar a importância dos critérios subjetivos, minimizando os critérios de custo e maximizando os critérios de benefício.

De acordo com a integração dos métodos, a alternativa A5, Densidade Populacional dos Animais, seguida bem próxima da alternativa A7, Instalações Adequadas e Adaptadas, foram selecionadas como as melhores alternativas. Dessa forma o produtor pode-se basear neste estudo para a seleção de práticas para aumentar a qualidade de vida de seus animais.

Para uma maior confiabilidade do modelo foi empregada uma análise de sensibilidade, onde o desempenho das alternativas era testado de acordo com a variação dos pesos dos critérios. Com exceção do critério C2, Taxa de Morbidade, as alternativas A5 e A7, se mantiveram como as principais alternativas durante todo o processo de variação de pesos, provando serem as melhores alternativas.

Este trabalho se mostrou flexível para realizar mudanças nos pesos dos critérios e alterações nas quantidades de alternativas. Além de apresentar uma resposta confiável no ranking de alternativas, o que auxilia os decisores no processo decisório e na aplicabilidade das respostas em campo.

Contribui para a comunidade acadêmica, uma vez que traz uma combinação de dois métodos multicritério ainda não empregados na resolução deste tipo de problema.

A trabalhos futuros, indica-se realizar o estudo em outros tipos de produção, como leiteiro, sistema de produção que tem muito a avançar rumo à práticas de saúde e bem-estar animal.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, L. Fuzzy Multi Criteria Decision Making and its Applications: A Brief Review of Category. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v.97, p. 131 - 136, 2013.
- AMIN, F.; FAHMI, A.; ABDULLAH, S. Dealer using a new trapezoidal cubic hesitant fuzzy TOPSIS method and application to group decision-making program. *Soft Computing*, [S.L.], v. 23, n. 14, p. 5353-5366, 29 ago. 2018.
- ANDERSSON, D.; NORRMAN, A. Procurement of logistics services—a minutes work or a multi-year project? *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 8, n. 1, p. 3–14, 2002.
- ARAMARK. **Impact Report**: impact report. Usa: Aramark, 2015. Disponível em: <https://www.aramark.com/Landing-Pages/sustainabilityreports>. Acesso em: 24 maio 2021.
- BACH, A.; VALLS, N.; SOLANS, A.; TORRENT, T. Associations Between Nondietary Factors and Dairy Herd Performance. *Journal Of Dairy Science*, [S.L.], v. 91, n. 8, p. 3259-3267, ago. 2008.
- BECK, M. R.; GREGORINI, P. How Dietary Diversity Enhances Hedonic and Eudaimonic Well-Being in Grazing Ruminants. *Frontiers In Veterinary Science*, [S.L.], v. 7, p. 191-198, 15 abr. 2020.
- BELL, M.J.; WALL, E.; RUSSELL, G.; SIMM, G.; STOTT, A. W. The effect of improving cow productivity, fertility, and longevity on the global warming potential of dairy systems. *Journal Of Dairy Science*, [S.L.], v. 94, n. 7, p. 3662-3678, jul. 2011.
- BUTT, B. Pastoral resource access and utilization: quantifying the spatial and temporal relationships between livestock mobility, density and biomass availability in southern kenya. *Land Degradation & Development*, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 520-539, nov. 2010.
- CARNEVALLI, R. A.; MELLO, A. C. T.; COLETTI, A. J.; GARCIA, L. F.; XAVIER, D. B. Shade controls the ruminating and idleness times of dairy heifers in tropical integrated systems. *Agroforestry Systems*, [S.L.], v. 94, n. 3, p. 779-790, 17 out. 2019.
- CELIK, E.; ERDOGAN, M.; GUMUS, A. T. An extended fuzzy TOPSIS–GRA method based on different separation measures for green logistics service provider selection. *International Journal Of Environmental Science And Technology*, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1377-1392, 4 abr. 2016.
- CHAN, F. T.; KUMAR, N. Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, v. 35, n. 4, p. 417–431, 2007.

CHAUHAN, A.; SINGH, S.; DHAR, A.; POWAR, S. Optimization of pineapple drying based on energy consumption, nutrient retention, and drying time through multi-criteria decision-making. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 292, p. 125913, abr. 2021

CHEN, C. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under *fuzzy* environment. **Fuzzy Sets And Systems**, v. 114, n. 1, p.1-9, ago. 2000.

COLLIER, R. J.; GEBREMEDHIN, K. G. Thermal Biology of Domestic Animals. **Annual Review Of Animal Biosciences**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 513-532, 16 fev. 2015.

COOKE, R. F. Effects on Animal Health and Immune Function. Veterinary Clinics Of North America: **Food Animal Practice**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 331-341, jul. 2019.

CORAH, L.R.; DUNN, T.G.; KALTENBACH, C.C. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. **Journal of Animal Science**, v.41, p.819-824, 1975.

CORBELLINI, L. G.; FERNÁNDEZ, F.; VITALE, E.; OLMOS, C. M.; CHARBONNIER, P.; BARBOSA, M. V. I.; RIET-CORREA, F. Shifting to foot-and-mouth disease-free status without vaccination: application of the promethee method to assist in the development of a foot-and-mouth national program in uruguay. **Preventive Veterinary Medicine**, [S.L.], v. 181, p. 105082-105090, ago. 2020.

COZZI, G.; BRSCIC, M.; GOTTARDO, F. Main critical factors affecting the welfare of beef cattle and veal calves raised under intensive rearing systems in Italy: a review. **Italian Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 67-80, jan. 2009.

DIABY, V.; GOEREE, R. How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: a step-by-step guide. **Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research**, v.14, p. 81-99, 2014.

DOMICIANO, L. F.; MOMBACH, M. A.; CARVALHO, P.; SILVA, N. M. F. da; PEREIRA, D. H.; CABRAL, L. S.; LOPES, L. B.; PEDREIRA, B. C. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. **Animal Production Science**, [S.L.], v. 58, n. 5, p. 920-925, 2018.

DUFF, G.C., GALYEAN, M.L. Board-Invited Review: Recent Advances in Management of Highly Stressed, Newly Received Feedlot Cattle. **Journal of Animal Science**, 85, 823-840, 2007.

DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. **Understanding animal welfare**. In: APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. Animal welfare. London: Ed. Cab International, 1997. p. 19-31.

DUTTA, R.; SMITH, D.; RAWNSLEY, R.; BISHOP-HURLEY, G.; HILLS, J.; TIMMS, G.; HENRY, D. Dynamic cattle behavioural classification using supervised ensemble classifiers. **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 111, p. 18-28, fev. 2015.



GHORABAE, M. K. A new hybrid *fuzzy* MCDM approach for evaluation of construction equipment with sustainability considerations. **Archives Of Civil And Mechanical Engineering**, v. 18, n. 1, p.32-49, 2018.

GINEVICIUS, R. A new determining method for the criteria weights in multicriteria evaluation. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 10, n. 06, p. 1067–1095, 2011.

ROSSO, G. **Pegada hídrica entre bovinos pode variar até sete mil litros por quilo de carcaça**. Paraná: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60156742/pegada-hidrica-entre-bovinos-pode-variatar-ate-sete-mil-litros-por-quilo-de-carcaca>. Acesso em: 06 jun. 2021.

EFSA. Scientific Opinion on the welfare of cattle kept for beef production and the welfare in intensive calf farming systems. **Efsa Journal**, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 2669-2679, maio 2012.

Embrapa (2019). **Desmama racional e seus efeitos sobre o desempenho e reatividade de animais da raça Canchim**. São Paulo: In: Encontro Anual de Etologia, 2019. 1 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212157/1/Desmama-racional-efeitos.pdf>. Acesso em: 15 março. 2020.

ESCRIBANO, A. Organic Feed: a bottleneck for the development of the livestock sector and its transition to sustainability?. **Sustainability**, [S.L.], v. 10, n. 7, p. 2393-2405, 10 jul. 2018.

FAO, 2016. **FAOSTAT statistics database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO)**. Rome, Italy. Acessado em 15 de Janeiro 2020. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/> .

FAO. **Towards a more sustainable livestock sector**. Rome, Italy: Fao, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/news/story/en/item/40117/icode/>. Acesso em: 05 maio 2021.

FLORINDO, T.J.; FLORINDO, G.I.B.de.M.; TALAMINI, E.; COSTA, J.s.da.; LÉIS, C.M.De; TANG, W.Z.; SCHULTZ, G.; KULAY, L.; PINTO, A.T.; RUVIARO, C.F.. Application of the multiple criteria decision-making (MCDM) approach in the identification of Carbon Footprint reduction actions in the Brazilian beef production chain. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 196, p. 1379-1389, set. 2018.

FLORINDO, T. J.; FLORINDO, G. I. B. M.; RUVIARO, C. F.; PINTO, A. T. Multicriteria decision-making and probabilistic weighing applied to sustainable assessment of beef life cycle. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 242, p. 118362-118376, jan. 2020.

GANSKOPP, D. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a gps/gis assessment. **Applied Animal Behaviour Science**, [S.L.], v. 73, n. 4, p. 251-262, ago. 2001.

GIANESELLA M, ARFUSO F, FIORE E. **Infrared thermography as a rapid and non-invasive diagnostic tool to detect inflammatory foot diseases in dairy cows.** *Pol J Vet Sci.* 2018;21(2):299-305.

GIRO, A.; PEZZOPANE, J. R. M.; BARIONI JUNIOR, W.; PEDROSO, A. F.; LEMES, A. P.; BOTTA, D.; ROMANELLO, N.; BARRETO, A. N.; GARCIA, A. R. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 684, p. 587-596, set. 2019.

GREENWOOD, P. L.; GARDNER, G.; FERGUSON, D. M. Current situation and future prospects for the Australian beef industry — A review. **Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences**, [S.L.], v. 31, n. 7, p. 992-1006, 1 jul. 2018.

GUPTA, R.; SACHDEVA, A.; BHARDWAJ, A. A framework for selection of logistics outsourcing partner in uncertain environment using TOPSIS. **International Journal of Industrial and Systems Engineering**, v. 12, n. 2, p. 223–242, 2012.

HEMSWORTH, P.H., COLEMAN, G.J. **Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals**, 2a ed. CABI Publishing, Wallingford, 2011, p.170.

HERVA, M.; ROCA, E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 39, p. 355-371, jan. 2013.

HUANG, I. B.; KEISLER, J.; LINKOV, I. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. **Science of the total environment**, v. 409, n. 19, p. 3578–3594, 2011.

HWANG, C.L.; YOON, K. **Multiple attributes decision making: methods and applications.** Springer - Verlag, New York, 1981.

HYDE M, THORPE S, WARING A, MOIR B, GUNNING-TRANT C. South America: An emerging competitor for Australia's beef industry. Canberra, ACT, Australia: **Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics**; 2017.

JBS. **Relatório Anual e de Sustentabilidade.** Brasil: Jbs, 2019. Disponível em: <https://www.jbs.com.br/relatorioanual2019/capitulo-2-compromisso-com-a-sustentabilidade/bem-estar-animais/>.. Acesso em: 24 maio 2021.

KAURIVI, Y.; LAVEN, R.; HICKSON, R.; STAFFORD, K.; PARKINSON, T. Identification of Suitable Animal Welfare Assessment Measures for Extensive Beef Systems in New Zealand. **Agriculture**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 66-78, 25 mar. 2019.

KERSULIENE, V.; ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. 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.

KRYLOVAS, A. New KEMIRA Method for Determining Criteria Priority and Weights in Solving MCDM Problem. **International Journal Of Information Technology & Decision Making**, v. 13, n. 06, p.1119-1133, 2014.

LALAMA, G.C. Miranda-De; ESTÉVEZ-MORENO, L.X.; SEPÖLVEDA, W.s.; ESTRADA-CHAVERO, M.C.; RAYAS-AMOR, A.A.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G.A.. Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. **Meat Science**, [S.L.], v. 125, p. 106-113, mar. 2017.

LAUNCHBAUGH, K.L.; HOWERY, L.D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.99-108. 2005.

LEE, T. Improving cattle welfare: an evidence-based approach.. Cab Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, **Nutrition and Natural Resources**, [S.L.], v. 10, n. 022, p. 10-17, 1 out. 2015.

LI, Y.; NIE, X., CHEN, S. Fuzzy Approach to Prequalifying Construction Contractors. **Journal of Construcion Engineering and Management**, v. 133, n. 01, p. 40-49, 2007.

LIAO, H.; XU, Z.; ZENG, X. Distance and similarity measures for hesitant fuzzy linguistic term sets and their application in multi-criteria decision making. **Information Sciences**, [S.L.], v. 271, p. 125-142, jul. 2014.

LIMA, R. S.; RISOLIA, P. H. B.; ISPADA, J.; ASSUMPÇÃO, M. E. O. A.; VISINTIN, J. A.; ORLANDI, C.; PAULA-LOPES, F. F. Role of insulin-like growth factor 1 on cross-bred Bos indicus cattle germinal vesicle oocytes exposed to heat shock. **Reproduction, Fertility And Development**, [S.L.], v. 29, n. 7, p. 1405-1415, 2017.

LIPPOLIS, K. D.; COOKE, R. F.; SCHUMAHER, T.; BRANDÃO, A. P.; SILVA, L. G. T.; SCHUBACH, K. M.; MARQUES, R. S.; BOHNERT, D. W. Physiologic, health, and performance responses of beef steers supplemented with an immunomodulatory feed ingredient during feedlot receiving<sup>1</sup>. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 95, n. 11, p. 4945-4957, 1 nov. 2017.

LYNCH, E.; MCGEE, M.; EARLEY, B. Weaning management of beef calves with implications for animal health and welfare. **Journal Of Applied Animal Research**, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 167-175, 1 jan. 2019.

MARDANI, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications - A review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research- Ekonomska Istrazivanja**, v. 28, n. 1, p. 516-571, 2015.

MARFRIG. **Relatório de Sustentabilidade**. Brasil: Marfrig, 2020. Disponível em: <https://marfrig.com.br/pt/sustentabilidade/relatorio-sustentabilidade>. Acesso em: 24 maio 2021.

MCFADDEN, A. M. J.; MUELLNER, P.; BALJINNYAM, Z.; VINK, D.; WILSON, N.. Use of Multicriteria Risk Ranking of Zoonotic Diseases in a Developing Country: case study of mongolia. **Zoonoses And Public Health**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 138-151, 14 jul. 2015.

MCKENDREE, M. G.s.; TONSOR, G. T.; WOLF, C. A. ANIMAL WELFARE PERCEPTIONS OF THE U.S. PUBLIC AND COW-CALF PRODUCERS. **Journal Of Agricultural And Applied Economics**, [s.l.], v. 50, n. 4, p.544- 578, 26 jun. 2018.

MELLOR, D. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. **Animals**, [s.l.], v. 6, n. 3, p.21-33, 14 mar. 2016.

MILLER, G.A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, v. 63, p. 81-97, 1956.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estudo da estrutura institucional e regulatória nacional e internacional em bem-estar de animais de produção** / Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. - Brasília: MAPA/AECE, 2019. 47 p.

MUELLNER, U.; FOURNIÉ, G.; MUELLNER, P.; AHLSTROM, C.; PFEIFFER, D. U. Epidemix — An interactive multi-model application for teaching and visualizing infectious disease transmission. **Epidemics**, [S.L.], v. 23, p. 49-54, jun. 2018.

NAMPANYA, S.; SUON, S.; RAST, L.; WINDSOR, P. A. Improvement in Smallholder Farmer Knowledge of Cattle Production, Health and Biosecurity in Southern Cambodia between 2008 and 2010. **Transboundary And Emerging Diseases**, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 117-127, 24 jul. 2012.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M.s.; BERNABUCCI, U.. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, [S.L.], v. 130, n. 1-3, p. 57-69, maio 2010.

BERTÃO, N. (São Paulo). Valor Investe. **Conheça os fundos de investimentos ESG ou de impacto disponíveis no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/produtos/fundos/noticia/2021/03/07/conheca-os-fundos-de-investimentos-esg-ou-de-impacto-disponiveis-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 07 jun. 2021.

PANTOJA, M. H. A.; ESTEVES, S. N.; JACINTO, M. Antonio Chagas; PEZZOPANE, José Ricardo Macedo; PAZ, Cláudia Cristina Paro de; SILVA, Jamile Andréa Rodrigues da; LOURENÇO JUNIOR, José de Brito; BRANDÃO, Felipe Zandonadi; MOURA, Ana Beatriz Bossois; ROMANELLO, Narian. Thermoregulation of male sheep of indigenous or exotic breeds in a tropical environment. **Journal Of Thermal Biology**, [S.L.], v. 69, p. 302-310, out. 2017.

PEN, M., D. SAVAGE, W. STUR, AND M. SENG. **Constraints to cattle production of small-scale famers in Kampong Cham province**. In: Conference on

International Research on Food Security, National Resource Management and Rural Development, Tropentag, University of Hamburg October 6–8, 2009.

PONTES, L. S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. V.; BERNDT, A.; MOLETTA, J. L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIZZO, M.; ARFUSO, F.; ALBERGHINA, D.; GIUDICE, E.; GIANESELLA, M.; PICCIONE, G. Monitoring changes in body surface temperature associated with treadmill exercise in dogs by use of infrared methodology. **Journal Of Thermal Biology**, [S.L.], v. 69, p. 64-68, out. 2017.

REZAEI, J. Best-worst multi-criteria decision-making method. **Omega-International Journal of Management Science**, v. 53, p. 49-57, 2015.

ROMANELLO, N.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; BARIONI JUNIOR, W.; BRANDÃO, F. Z.; MARCONDES, C. R.; PEZZOPANE, J. R. M.; PANTOJA, M. H. A.; BOTTA, D.; GIRO, A.; MOURA, A. B. B. Thermoregulatory responses and reproductive traits in composite beef bulls raised in a tropical climate. **International Journal Of Biometeorology**, [S.L.], v. 62, n. 9, p. 1575-1586, 7 maio 2018.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill, New York, 1980.

SAATY, T. L. **Decision making with dependence and feedback**. The analytic network process, 2001.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 190, p. 70-79, jun. 2014.

SANTERAMO; LAMONACA; TAPPI. Considerations on the Environmental and Social Sustainability of Animal-based Policies. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 8, p.2316-2327, 17 abr. 2019.

SHANNON, C. E. A note on the concept of entropy. **Bell System Tech. J**, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.

SCHÜTZ, K.e.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C.B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 125-133, jan. 2010.

SENTHIL, S.; SRIRANGACHARYULU, B.; RAMESH, A. A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 1, p. 50–58, 2014.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [S.L.], v. 67, n. 1-2, p. 1-18, dez. 2000.

SILVA, L. K. X.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; FATURI, C.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; PANTOJA, M. H. A.; BARROS, D. V.; GARCIA, A. R.. Testicular thermoregulation, scrotal surface temperature

patterns and semen quality of water buffalo bulls reared in a tropical climate. **Andrologia**, [S.L.], v. 50, n. 2, p. 12836-12842, 18 maio 2018.

SIMON, G. E.; HOAR, B. R.; TUCKER, C. B. Assessing cow–calf welfare. Part 2: risk factors for beef cow health and behavior and stockperson handling1. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 94, n. 8, p. 3488-3500, 1 ago. 2016.

SINGH, R.K.; BENYOUCEF, L. A fuzzy TOPSIS based approach for e-sourcing. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 24, n. 03, p. 437-448, 2011.  
SNOWDER, G. D.; VAN VLECK, L. D.; CUNDIFF, L. V.; BENNETT, G. L.. Bovine respiratory disease in feedlot cattle: environmental, genetic, and economic factors. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 84, n. 8, p. 1999-2008, 1 ago. 2006.

SOLANO, J.; AVERÓS, X.; CLEMENTE, N.; AGUIRRE, V.; ESTEVEZ, I.; ORIHUELA, A. Location of supplementary feed and water troughs on the sward affects movement and spatial distribution of Brahman cattle (*Bos indicus*). **Applied Animal Behaviour Science**, [S.L.], v. 208, p. 1-6, nov. 2018.

ST-PIERRE, N.R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 86, p. 52-77, jun. 2003.

STAHEL, H., J. YOUNG, R. BUSH. **An analysis of the emerging smallholder cattle industry of Cambodia**. In: Young, J., L. Rast, S. Suon, and P. Windsor (eds), *Cattle Health, Production and Trade in Cambodia*, p. 151. Proceedings from three ACIAR-funded projects presented at an international workshop held in Phnom Penh, Cambodia, 7–8 June 2013.

TANURE, S.; PÖTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Natural and improved natural pastures on the reproductive performance of first-calf beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 690-699, mar. 2011.

TEKEZ, E. K. Failure modes and effects analysis using *fuzzy* topsis in knitting process. **Tekstil ve Konfeksiyon**, v. 28, n. 1, p. 21-26, 2018.

TRIANANTAPHYLLOU, E. **Multi-criteria decision making methods**: a comparative study. 4° ed., Springer, Boston, 2000.

TUCKER, C. B.; COETZEE, J. F.; STOOKEY, J. M.; THOMSON, D. U.; GRANDIN, T.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. Beef cattle welfare in the USA: identification of priorities for future research. **Animal Health Research Reviews**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 107-124, 13 out. 2015.

TURNER, L.W.; UDAL, M.C.; LARSON, B. T.; SHEARER, S.A.. Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. **Canadian Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 80, n. 3, p. 405-413, 1 set. 2000.

USDA. **Estatísticas e informações. Departamento dos Estados Unidos agric. Econ. Res. Serv.** (2020). <https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef/statistics-information.aspx> Acesso em: 01 de julho de 2021

VAN DER FELLS-KLERX, H.J. v. D.; VAN ASSELT, E.D.; RALEY, M.; POULSEN, M.; KORSGAARD, H.; BREDSDORFF, L.; NAUTA, M.; FLARI, V.; D'AGOSTINO, M.; COLES, D. Critical review of methodology and application of risk ranking for prioritisation of food and feed related issues, on the basis of the size of anticipated health impact. **Efsa Supporting Publications**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 710-712, jan. 2015.

VASCONCELOS, J. T. BEEF SPECIES SYMPOSIUM: improving welfare of beef cattle1. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 95, n. 5, p. 2168-2169, 1 maio 2017.

VEISSIER, 1.; LE NEINDRE, P.; GAREL, J.P. Decrease in cow-calf attachment after weaning. **Behavioural Processes**, v.21, n.2-3, p.95- 105, 1990.

VEISSIER, 1.; LE NEINDRE, P.; TRILLAT, G. Adaptability of calves during weaning. **Biology of Behaviour**, v.14, p.66-87, 1989<sup>a</sup>.

VELASQUEZ, M.; HESTER, P. T. An analysis of multi-criteria decision making methods. **International Journal of Operations Research**, v. 10, n. 2, p. 56-66, 2013.

VENTURA, A. S.; ISHIKAWA, M. M.; GABRIEL, A. M. D. A.; SILBIGER, H. L. N.; CAVICHIOLO, F.; TAKEMOTO, R. M. Histopathology from liver of tuvira (*Gymnotus* spp.) parasitized by larvae of nematodes. **Ciência Rural**, v. 46, n. 7, p. 1233-1239, 2016.

VERDES, S.; TRILLO, Y.; PEÑA, A. I.; HERRADÓN, P. G.; BECERRA, J. J.; QUINTELA, L. A. Relationship between quality of facilities, animal-based welfare indicators and measures of reproductive and productive performances on dairy farms in the northwest of Spain. **Italian Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 319-329, 31 mar. 2020.

VIZZOTTO, E. F.; FISCHER, V.; THALER NETO, A.; ABREU, A. S.; STUMF, M. T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F. A.; McMANUS, C. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, 2015.

WALMART. **Relatório de Sustentabilidade**. Brasil: Walmart, 2015. Disponível em: <http://www.mediagroup.com.br/host/walmart/2015/pt/index.htm>. Acesso em: 24 maio 2021.

WANG, Y.-J.; LEE, H.-S. Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making. **Computers & Mathematics with Applications**, v. 53, n. 11, p. 1762–1772, 2007.

YAZDANI, M. *et al.* A group decision making support system in logistics and supply chain management. **Expert Systems with Applications**, v. 88, p. 376–392, 2017.

YOUNG, J. R.; O'REILLY, R. A.; ASHLEY, K.; SUON, S.; LEOUNG, I. V.; WINDSOR, P. A.; BUSH, R. D.. Impacts on Rural Livelihoods in Cambodia Following Adoption of

Best Practice Health and Husbandry Interventions by Smallholder Cattle Farmers. **Transboundary And Emerging Diseases**, [S.L.], v. 61, p. 11-24, 3 jan. 2014.

ZADEH, L.A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, p. 338-53, 1965.

ZAVADSKAS, E. K.; GOVINDAN, K.; ANTUCHEVICIENE, J.; TURSKIS, Z. Hybrid multiple criteria decision-making methods: a review of applications for sustainability issues. **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 857-887, jan. 2016.

ZHANG, S.; LI, X. A hybrid performance evaluation model of TPL providers in agricultural products based on fuzzy ANP-TOPSIS. **CUSTOS E AGRONEGOCIO ON LINE**, v. 11, n. 3, p. 144–165, 2015.

ZHANG, Y.; XIE, A.; WU, Y. A hesitant fuzzy multiple attribute decision making method based on linear programming and TOPSIS\*\*This work was supported by the Specialized Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education under Project No. 20130009120040. **Ifac-Papersonline**, [S.L.], v. 48, n. 28, p. 427-431, 2015.

ZINN, S. A.; GOVONI, K. E.; VONNAHME, K. A. Developmental programming: what mom eats matters!. **Animal Frontiers**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 3-4, 1 jul. 2017.

ZOLFANI, S. H.; BAHRAMI, M. Investment Prioritizing In High Tech Industries Based On SWARA-COPRAS Approach. **Technological And Economic Development Of Economy**, v. 20, n. 3, p.534-533, 2014.

ZOLFANI, S. H.; SAPARAUSKAS, J. New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System. **Engineering Economics**, v. 24, n. 5, p.408-414, 2013.

ZOLFANI, S. H.; YAZDANI, M.; ZAVADSKAS, E. K. An extended stepwise weight assessment ratio analysis (SWARA) method for improving criteria prioritization process. **Soft Computing**, v. 22, n. 22, p. 7399-7405, 2018.



**APÊNDICE A - Definição do problema a ser estudado e caracterização do setor  
pecuário**

## DEFINIÇÃO DO PROBLEMA A SER ESTUDADO E CARACTERIZAÇÃO DO SETOR PECUÁRIO

Objetivo: O objetivo dessa entrevista é realizar um levantamento de informações e dados, além da caracterização do setor pecuário, para dessa solucionar o problema identificado.

Nome: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

1. Qual o sistema produtivo de gado é utilizado em sua propriedade (cria, recria e/ou engorda)?

---

---

2. Qual o sistema é empregado intensivo, semi-intensivo ou extensivo?

---

---

3. Quantas pessoas trabalham em sua propriedade?

---

---

4. Qual tamanho da sua propriedade?

---

---

5. Quantos animais esta propriedade possui?

---

---

6. Qual a raça, ou a principal caso houver mais que uma, do gado de sua fazenda?

---

---

7. Qual o seu pensamento sobre a importância da saúde e bem-estar dos animais?

---

---

## **APÊNDICE B - Definição do problema de pesquisa e caracterização do setor**

## DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA E CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

Objetivo: O principal objetivo desta entrevista é realizar o mapeamento de dados e informações que possam auxiliar na descrição do processo de tomada de decisão. Ou seja, identificar os decisores, sistema produtivo atual de gado e critérios relevantes.

Nome: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

1. Há muitos casos de mortes de animais em sua propriedade? Se sim, qual a principal causa?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Há muitos casos de doenças de animais em sua propriedade?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Em sua opinião, quais as principais causas de mortes em propriedades rurais?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Em sua opinião, quais as principais causas de doenças em propriedades rurais?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Quando o animal adoecer, é consultado um veterinário?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Quais são os alimentos utilizados no trato de seu rebanho?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Como é definido as necessidades alimentares dos animais?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Qual distância o gado percorre para beber água?

---

---

9. Qual a distância o gado percorre até o cocho?

---

---

10. Quantos bebedouros e cochos esta propriedade possui?

---

---

11. Os animais são dóceis ou mais ferozes?

---

---

12. Como é feito e com quantos meses os bezerros são desmamados?

---

---

13. Quais os critérios considerados atualmente para garantir uma melhor saúde e bem-estar animal?

---

---

## **APÊNDICE C – Questionário para validação dos critérios**

## QUESTIONÁRIO PARA VALIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Objetivo: O objetivo deste questionário é a validação dos critérios propostos, ou seja, se aplicam ou não para a realidade da atividade pecuária.

Nome: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Sigla	Critérios	Descrição	Validação dos critérios		
			Se aplica	Não se aplica	Maximização ou Minimização
C <sub>1</sub>	Peso e condição corporal	Animais que apresentam condição corporal anormal está mais suscetível a doenças e parasitas (carrapatos e vermes, por exemplo).	X		Max.
C <sub>2</sub>	Morbidade	É a taxa de doenças que o gado apresenta. Carrapatos, vermes, bactérias podem ser indícios de má alimentação, água não saudável e falta de prevenção.	X		Min.
C <sub>3</sub>	Mortalidade	Representa a taxa de mortalidade de uma determinada propriedade. Uma alta taxa de mortalidade pode indicar manejo inadequado ou uma falta de segurança e cuidado com os animais.	X		Min.
C <sub>4</sub>	Comportamento dos animais	Está relacionado com a capacidade dos animais demonstrarem comportamentos naturais da raça. Como o desmame de bezerros e/ou sistema produtivo (se são confinados, não confinados ou parcialmente confinados).	X		Max.
C <sub>5</sub>	Eficiência reprodutiva	A eficiência reprodutiva pode trazer respostas sobre o sistema produtivo, como condições não ideais de manejo e produção. Como ainda, incidência de doenças, por exemplo a brucelose.	X		Max.

C <sub>6</sub>	Respostas do gado ao manejo	Excesso de fezes e urina pode indicar uma maior incidência de estresse. Outro indicador são berros em excesso, que podem revelar um certo desconforto dos animais.	X		Max.
----------------	-----------------------------	--	---	--	------



**APÊNDICE D – Questionário ordenação dos critérios validados**

## QUESTIONÁRIO ORDENAÇÃO DOS CRITÉRIOS VALIDADOS

Objetivo: O objetivo principal deste questionário é a realização da ordenação dos critérios validados por meio do método *Direct Rating*, onde os decisores pontuam a importância dos critérios empregando a escala de 0 a 6.

Nome: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pontue para cada um dos critérios uma importância entre 0 e 6, em que 0 é considerado o valor de menor relevância e 6 o com maior relevância. A pontuação não deve ser repetida, ou seja, as pontuações devem ser únicas para cada critério.

<b>Sigla</b>	<b>Crériterios</b>	<b>Importância</b>
C <sub>1</sub>	Comportamento dos animais	
C <sub>2</sub>	Morbidade	
C <sub>3</sub>	Mortalidade	
C <sub>4</sub>	Peso e condição corporal	
C <sub>5</sub>	Eficiência reprodutiva	
C <sub>6</sub>	Respostas do gado ao manejo	

## **APÊNDICE E - Comparação cada um dos critérios**

## COMPARAÇÃO CADA UM DOS CRITÉRIOS

Questionário para comparar cada um dos critérios e, assim, determinar a importância comparativa entre cada um.

Objetivo: O objetivo principal deste questionário é comparar os critérios para assim determinar a importância comparativa de acordo com a ordenação feita por meio do método Borda.

Nome: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pontue para cada comparação, o quanto um critério é menos importante que o outro comparado. Escolha entre 0 a 100, onde 0 menos importante e 100 mais importante.

Pergunta	Pontuação
Quanto o critério “Morbidade” é menos importante que “Mortalidade”?	
Quanto o critério “Peso e condição corporal” é menos importante que “Morbidade”?	
Quanto o critério “Peso e condição corporal” é menos importante que “Comportamento dos animais”?	
Quanto o critério “Comportamento dos animais” é menos importante que “Resposta ao manejo”?	
Quanto o critério “Resposta ao manejo” é menos importante que “Eficiência reprodutiva”?	