



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO PESSOA CAVALCANTI DE PETRIBÚ FILHO

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE SÊMENS DE  
TOUROS PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF) EM UMA  
FAZENDA PECUARISTA DE GADO DE CORTE**

Recife

2023

JOÃO PESSOA CAVALCANTI DE PETRIBÚ FILHO

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE SÊMENS DE  
TOUROS PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF) EM UMA  
FAZENDA PECUARISTA DE GADO DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Eduarda Asfora Frej

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Petribú Filho, João Pessoa Cavalcanti de.

Modelo de decisão multicritério para seleção de sêmens de touros para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em uma fazenda pecuarista de gado de corte / João Pessoa Cavalcanti de Petribú Filho. - Recife, 2023.

53 p. : il., tab.

Orientador(a): Eduarda Asfora Frej

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Produção - Bacharelado, 2023.

1. Decisão multicritério. 2. PROMETHEE II. 3. Gado de corte. 4. IATF. I. Frej, Eduarda Asfora. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JOÃO PESSOA CAVALCANTI DE PETRIBÚ FILHO

**MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE SÊMENS DE  
TOUROS PARA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF) EM UMA  
FAZENDA PECUARISTA DE GADO DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em: 25/09/2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Eduarda Asfora Frej (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dra. Lúcia Reis Peixoto Roselli (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Anderson Lucas Carneiro De Lima Da Silva (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## RESUMO

O presente trabalho é um estudo de caso em uma fazenda pecuarista de gado de corte. Diante da falta de um processo bem estabelecido e de ferramentas auxiliares para a tomada de decisão acerca dos sêmens de touros que devem ser adquiridos para a inseminação, o objetivo deste estudo foi propor um modelo de decisão multicritério para a questão citada. Primeiro, entendeu-se como se dava o processo de escolha do sêmen a ser comprado. Depois disso, o processo foi modelado a partir do *framework* de 12 etapas que consiste, inicialmente, na caracterização dos atores e na identificação dos objetivos. Depois, entende-se quais os critérios que podiam e que deveriam ser adotados para a análise. Na etapa seguinte do *framework*, foi necessário limitar quais as alternativas que seriam escolhidas para o processo decisório a partir de uma análise das opções de sumários e das preferências do decisor. Na modelagem de preferências, a partir do entendimento do problema e durante o estudo, concluiu-se que o método mais adequado seria o PROMETHEE II. Sob a ótica do método, foram feitas as avaliações intra e intercritério. Por fim, foi feita, também, uma análise de sensibilidade. O resultado obtido trouxe luz à questão, mas, ainda assim, enxerga-se que é importante refinar alguns pontos para que o resultado seja mais preciso e condizente com a realidade.

**Palavras-chave:** Decisão Multicritério, PROMETHEE II, Gado de Corte, IATF

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Procedimento para a resolução de um problema de decisão.....	16
Figura 3.1 – Estrutura do processo atual .....	30
Figura 4.1 – Sistema de Apoio a Decisão (SAD) disponível em <a href="http://cdsid.org.br/prometheeroc">cdsid.org.br/prometheeroc</a> ..	40
Figura 4.2 – Resultado do ranqueamento das alternativas .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Critérios da função $F_i(a,b)$ .....	20
Tabela 4.1 – Critérios e descrições .....	32
Tabela 4.2 – Conjunto de alternativas do problema .....	36
Tabela 4.3 – Pesos dos critérios .....	41
Tabela 4.4 – Ranking de alternativas.....	42
Tabela 4.5 – Análise de sensibilidade .....	44
Tabela 4.6 – Legendas da análise de sensibilidade .....	46

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Objetivos do trabalho.....</b>	<b>11</b>
1.1.1. Objetivo geral .....	11
1.1.2. Objetivos específicos.....	11
<b>1.2. Metodologia .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Organização do trabalho .....</b>	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Fundamentação teórica .....</b>	<b>14</b>
2.1.1. Inseminação Artificial.....	14
2.1.2. Problema de Decisão Multicritério .....	15
2.1.2.1 Problemáticas de decisão.....	15
2.1.2.2 Procedimento para a resolução de um problema de decisão .....	15
2.1.3. PROMETHEE II.....	19
<b>2.2. Revisão da literatura .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho .....</b>	<b>24</b>
<b>3. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1. Contexto da aplicação .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Descrição do problema.....</b>	<b>25</b>
3.2.1. Sumários de touros .....	26
3.2.2. Escolha do sumário .....	27
3.2.4. Estrutura do processo de decisão atual .....	28
<b>4. CONSTRUÇÃO DE MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE SÊMENS DE TOUROS.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Construção do modelo de decisão .....</b>	<b>31</b>
4.1.1. Etapa 01: Caracterizar decisores e outros atores .....	31
4.1.2. Etapa 02: Identificar objetivos .....	31
4.1.3. Etapa 03: Estabelecer critérios.....	31
4.1.4. Etapa 04: Estabelecer espaço de ações e problemática.....	34
4.1.5. Etapa 05: Identificar fatores não controlados .....	39
4.1.6. Etapa 06: Efetuar modelagem de preferências .....	39
4.1.7. Etapa 07: Efetuar avaliação intracritério.....	40
4.1.8. Etapa 08: Efetuar avaliação intercritério.....	40
4.1.9. Etapa 09: Avaliar alternativas.....	42

4.1.10. Etapa 10: Efetuar análise de sensibilidade.....	44
4.1.11. Etapa 11: Analisar resultados e elaborar recomendações .....	46
4.1.12. Etapa 12: Implementar decisão.....	47
<b>4.2 Conclusões sobre o <i>framework</i>.....</b>	<b>48</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
5.1 Conclusões .....	49
5.2 Sugestões para trabalhos futuros .....	50
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Reflexo do que acontece no mundo todo, o número de empresas no Brasil cresce a cada ano de acordo com o Boletim do 3º quadrimestre/2022 do Mapa de Empresas, demonstrando, na prática, o aumento consequente da concorrência em todos os setores da economia. Esse fator traz consigo uma exigência ao mercado: a necessidade de se ter uma gestão sempre assertiva, na qual não há espaço para meros aventureiros.

Nesse cenário, o agronegócio não fica de fora. Segundo os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a participação do agronegócio no PIB brasileiro é de 24,8%, sendo assim um dos setores mais importantes para a economia nacional. Por esse motivo, o setor tem buscado incessantemente transformar-se, principalmente no que diz respeito às análises quantitativas. As decisões são cada vez mais complexas e envolvem diversas variáveis, exigindo uma união da visão qualitativa e gerencial ao componente quantitativo. Num recorte mais específico dentro das decisões multicritério no agronegócio, entra-se na pecuária extensiva do gado de corte, com enfoque na seleção de sêmen de touros reprodutores para a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

No Brasil, a criação de gado de corte sofreu uma grande transformação na década de 90. Nesses anos, começou a ser utilizada nos rebanhos a técnica da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). A IATF é um método de reprodução no qual se utiliza a Inseminação Artificial (IA) de maneira planejada no que se refere ao tempo. Sendo assim, formam-se lotes com as vacas que estão aptas para parir e as fêmeas pertencentes a cada um desses lotes passam pelas etapas do processo ao mesmo tempo.

Esse modo de manejo reprodutivo do rebanho traz vários benefícios ao produtor tais como o planejamento das etapas de reprodução, redução de custos com medicamentos, facilidade na gestão de recursos, dentre outras vantagens. Um outro ganho está relacionado ao planejamento genético, pois é possível decidir de qual touro virá o sêmen a ser implantado em cada fêmea visando a melhora genética de forma sistemática.

Diante da necessidade de uma escolha assertiva e racional, encontra-se uma questão: qual deve ser o touro escolhido para cada fêmea ou para aquele momento do rebanho diante das preferências, metas, restrições e ambições do gestor? Diante dessa questão de pesquisa, este

trabalho pretende propor um modelo de decisão multicritério para seleção de sêmens de touros com base nas preferências do decisor e com o apoio do método PROMETHEE II.

## **1.1. Objetivos do trabalho**

### **1.1.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é propor um modelo de decisão multicritério que auxilie na decisão da seleção dos sêmens dos reprodutores a serem adquiridos pela fazenda pecuarista de gado de corte. O modelo será feito baseado nas preferências do decisor e tem como fim possibilitar um maior alinhamento entre a escolha dos reprodutores com os objetivos da fazenda aumentando, assim, a eficiência e a produção do gado segundo as preferências do decisor e restrições e metas da fazenda em que o problema se faz presente.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Entender o processo decisório e aperfeiçoá-lo;
- Identificar as características que são usadas como critério na decisão da seleção do sêmen a ser adquirido;
- Identificar as características que têm maior impacto na decisão da seleção do sêmen a ser adquirido;
- Elucidar os objetivos da gestão da fazenda;
- Definir as premissas que devem nortear o processo de seleção.

## **1.2. Metodologia**

Quanto à finalidade, essa pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois, segundo Gil (2002), uma pesquisa aplicada tem como aspecto chave o interesse na aplicação e utilização do conhecimento proveniente dela. Neste estudo, ela se baseia em um caso real, concreto e específico, ou seja, seu fim está relacionado a um produto válido para uma organização específica. Além disso, tem uma característica muito forte da pesquisa aplicada que é ajudar o gestor a tomar uma decisão.

Quanto à natureza, de acordo com Cauchick (2012), a subjetividade das pessoas relacionadas à pesquisa tem relevância e colabora para o avanço do estudo, o que caracteriza

uma abordagem qualitativa, mas, ao mesmo tempo, segundo o mesmo autor, a mensuração de variáveis é algo extremamente característico da abordagem quantitativa. Sendo assim, a presente pesquisa é combinada, pois, ao mesmo tempo que dá ênfase à perspectiva do indivíduo que está sendo estudado e enfoca nos processos do objeto de estudo, utiliza uma gama de variáveis que podem ser mensuradas e que são bem definidas e que, além disso, fazendo as adaptações necessárias, é possível levar os resultados obtidos para serem implantados em outras realidades.

Quanto ao objetivo, podemos classificá-la como explicativa, já que essa é a forma de pesquisa na qual existe o aprofundamento da compreensão da realidade, explicando a razão e o porquê dos fatos e fenômenos segundo Gil (2012). Isso acontece, pois já há conhecimento prévio sobre o assunto e, mais do que isso, há a utilização de técnicas consagradas para poder explicar a causalidade entre as variáveis.

Por fim, quanto aos dados, podemos classificar essa pesquisa em duas categorias: pesquisa bibliográfica, pois haverá se utilizará de fontes de pesquisas diversas para embasar todo o estudo; e modelagem, pois um dos intuits da pesquisa é gerar um modelo para apoiar a decisão do gestor. O modelo, de maneira mais específica, seria um modelo de decisão multicritério definido através das seguintes questões: estrutura de preferências, famílias de critérios, relações de dominância, avaliação intra e intercritério.

As técnicas utilizadas nesse trabalho serão a documentação indireta através da pesquisa bibliográfica, pois os artigos, revistas, livros e outras fontes similares serão utilizados para embasar conceitos e compor o embasamento visando o desenvolvimento do modelo a ser proposto e, segundo Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica comporta toda bibliografia tornada pública no que se refere ao assunto estudado. Além da técnica citada, também será contemplada a observação direta intensiva por meio de entrevista que entendemos, a partir da visão de Lakatos (2003), que é uma conversação entre duas pessoas, com o intuito de que o entrevistador consiga elementos sobre o tema investigado. Diante da necessidade de entender o processo, definir objetivos, parâmetros e de determinar as preferências do decisor acerca do caso em estudo, será preciso fazer uma entrevista com essa finalidade.

### **1.3. Organização do trabalho**

O presente trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos. No capítulo 2, é apresentada toda a fundamentação teórica que contém os principais conceitos acerca do assunto abordado. Além disso, também é feita uma revisão da literatura. No capítulo 3, adentra-se no problema em si: seu contexto e sua descrição. Indicando e delimitando seu escopo. No capítulo 4, o modelo que será proposto é devidamente construído através da descrição de todas as etapas de construção e, no fim, apresentado com seus resultados. No capítulo 5, há, enfim, a apresentação das conclusões do trabalho e sugestões para temas futuros.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Fundamentação teórica**

Esta seção é destinada à apresentação das referências nas quais o presente trabalho se baseia, servindo, assim, como uma breve introdução aos temas. O entendimento sobre Inseminação Artificial e Problema de Decisão Multicritério é fundamental para a compreensão do presente trabalho.

#### **2.1.1. Inseminação Artificial**

Segundo a SENAR (2011), o registro mais antigo acerca da inseminação artificial é de 1780 e feito pelo fisiologista Lazzaro Spallanzani. Ele inseminou, com sucesso, uma cadela, gerando diversos filhotes, e se tornando, dessa forma, um marco fundamental da inseminação artificial. Porém, apenas em 1900 é que se iniciaram pesquisas mais aprofundadas. Essa técnica inovou a questão reprodutiva e genética das criações de animais no mundo todo.

Contudo, no Brasil, mesmo com diversos países já utilizando a inseminação artificial em quase toda população bovina, essa técnica chegou com mais intensidade somente na década de 70 (Costa, 1990; Foote, 2002; Barbosa et al, 2008; Martins et al., 2009, ASBIA, 2010). Hoje, ainda em crescimento, é um dos fatores mais importantes no aumento do rebanho brasileiro, sendo um dos responsáveis pela boa evolução da genética no país.

Se a inseminação artificial teve início já no século XVIII, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo só ganhou força na década de 90, segundo Silva e Mello (2021). Este método se diferencia da IA por conta do protocolo que precede a inseminação.

Com o intuito de ter um período de parição homogêneo, a IATF propõe um protocolo que estimula o cio das vacas fazendo com que todas sejam inseminadas no mesmo dia. Sendo assim, traz diversos benefícios ao produtor, pois, dessa forma, consegue reduzir bastante custos diretos e indiretos relativos ao ciclo reprodutivo das matrizes.

Um outro termo de importante conhecimento é “base genética”. Neste trabalho, será utilizado para indicar o acervo de sêmens que cada programa de melhoramento possui. Dessa forma, cada sumário apresentado é feito a partir de uma base genética.

### 2.1.2. Problema de Decisão Multicritério

Segundo Almeida (2013), um problema de decisão multicritério é aquele em que existe mais de uma possibilidade de escolha e esta, por sua vez, deseja satisfazer diversos objetivos. Esses objetivos são representados por variáveis, as quais podemos nomear de critérios, atributos ou dimensões.

#### 2.1.2.1 Problemáticas de decisão

Diante dos critérios, deseja-se, então, determinar qual(is) a(s) melhor(es) alternativa(s) através do tipo de problemática encontrada. Para Roy (1996), existem quatro tipos de problemática:

- Problemática de escolha: expõe um problema de escolha da melhor alternativa. O objetivo é esclarecer a decisão através da escolha de um subconjunto de alternativas o mais restrito possível, considerando a escolha final de apenas uma alternativa. Nesse subconjunto, estarão contidas as “melhores alternativas” ou as alternativas “satisfatórias”;
- Problemática de classificação: classifica as alternativas em categorias de acordo com o valor delas. O objetivo é expor a decisão através de uma seleção resultante da distribuição das alternativas em categorias;
- Problemática de ordenação: atribui-se uma posição para cada alternativa dentro do conjunto de alternativa. Tem como objetivo esclarecer a decisão através do reagrupamento de todas as alternativas segundo as preferências do decisor. Esses grupos são ordenados completa ou parcialmente;
- Problemática de descrição: descreve as alternativas e suas consequências e pretende esclarecer a decisão segundo uma descrição das alternativas e de suas consequências.

#### 2.1.2.2 Procedimento para a resolução de um problema de decisão

De Almeida (2013) propõe um procedimento para construção de modelos de apoio à decisão multicritério. Neste procedimento que o autor apresenta, nota-se uma divisão do processo em 12 etapas que, por sua vez, são divididas em 3 fases como é possível notar na Figura 2.1. A “Fase preliminar” caracteriza-se por elucidar os elementos básicos, que têm grande impacto no modelo final, possibilitando uma estruturação do problema, e assim trazendo maior entendimento sobre o problema aos atores envolvidos. Na segunda fase, chamada de “Modelagem de Preferências e Escolha do Método”, efetua-se a modelagem de preferências e,

também, são feitas as avaliações intra e intercritério, sendo assim é definido o método de decisão e o modelo é elaborado. Na “Finalização”, as ações recomendadas são implementadas e é, eventualmente, revisitado e alterado o modelo, as fases.

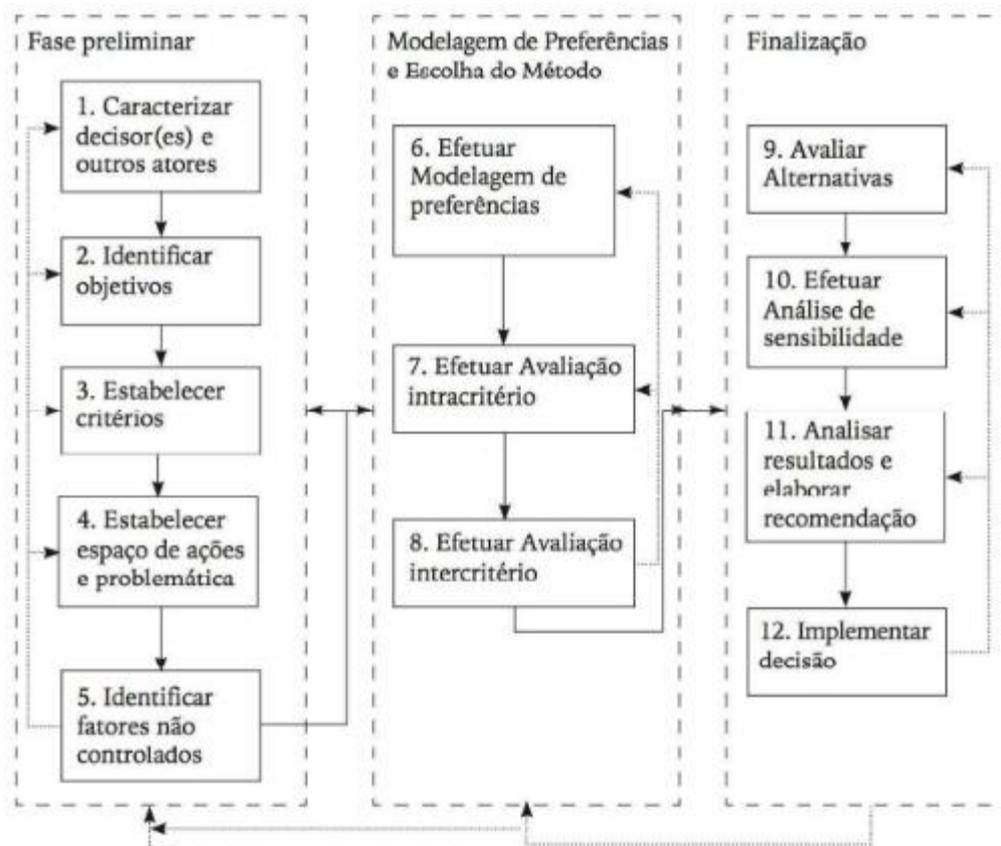


Figura 2.1 – Procedimento para a resolução de um problema de decisão

Fonte: De Almeida (2013)

### Etapa 1 - Definição do Decisor e outros atores do processo decisório

Nesta etapa, todas as informações sobre o decisor serão trazidas. Define-se se ele tomará as decisões nos momentos ou se serão feitas por um cliente que é uma espécie de representante do decisor quando ele não está; se será feita individualmente ou em grupo. Ademais, elenca-se aqui os outros atores envolvidos no processo, como um consultor por exemplo.

### Etapa 2 - Identificação dos objetivos

A segunda etapa é marcada pela definição dos objetivos. Essa definição é feita pelo decisor. De acordo com Keeney (1992), os objetivos podem ser classificados em dois tipos: os objetivos fundamentais (aqueles que têm a maior importância para o problema) e os objetivos-meio (os que existem em função dos primeiros, são apenas formas de se chegar nos

fundamentais). Esta etapa é muito importante, pois são os objetivos que guiam o processo de decisão. Sendo assim, é fundamental saber defini-los bem. Pode-se contar, inclusive, com um facilitador para este ponto.

### **Etapa 3 - Estabelecer os critérios**

Com os objetivos definidos, adentra-se em outra etapa com importância significativa que é a definição dos critérios relacionados a cada um deles. É através desses critérios que conseguiremos, então, medir o desempenho de cada alternativa. De acordo com Roy (1996), os critérios necessitam de algumas características: não redundância; exaustividade; consistência. Outra coisa importante é que podem ser naturais, construídos ou proxy (Kenney, 1992). Os naturais se utilizam das suas próprias unidades de medida em escala natural, como o peso ao nascer de um bezerro. Por outro lado, quando não existe um critério natural, opta-se pelo construído em que se constrói uma escala específica para representar aquele critério. Podemos usar de exemplo uma escala qualitativa para avaliação de um serviço.

### **Etapa 4 - Estabelecimento do espaço de ações e o tipo de problemática**

Na etapa 4, se dará o estabelecimento do espaço de ações e a definição da problemática. O primeiro tem grande importância, pois em influência direta na escolha do método a ser adotado. O espaço de ações pode ser contínuo ou discreto. A problemática pode ser de escolha, classificação, ordenação e portfólio. Ela também interfere na decisão do método que será utilizado. Quando não há total controle sobre todas as dimensões que influenciam no problema, definem-se os estados da natureza.

### **Etapa 5 - Montagem da matriz de consequência**

A matriz de consequências é a tabela em que serão dispostas todas as alternativas com seus respectivos valores para cada critério. Ela tem papel fundamental nos problemas determinísticos, pois, através dela, se tornará possível fazer a relação entre os critérios e alternativas do problema. Por outro lado, quando as variáveis são probabilísticas, aplica-se a função de probabilidade para se chegar no valor utilidade. Esta é a última etapa da parte preliminar do framework de resolução de problemas de decisão.

### **Etapa 6 - Modelagem de preferências e escolha do método**

Nesta etapa, inicia-se uma nova fase, em que se determina a modelagem de preferências e a escolha do método de decisão. As características do problema serão levadas em consideração para entender a estrutura de preferências, tomando parte da transitividade e da ordenabilidade. Depois, se estabelece qual a racionalidade do decisor: compensatória ou não. Os métodos compensatórios são utilizados em situações nas quais um mau desempenho de uma alternativa em um critério pode ser compensado por um bom desempenho em outro. Já na racionalidade não compensatória, isso não ocorre. Um exemplo clássico do segundo tipo é o jogo de vôlei no qual os *sets* sobrepõe-se sobre o critérios de pontos, mesmo que uma equipe obtenha mais pontos na partida, ganhará a que tiver vencido mais *sets*. Essas definições possibilitarão a escolha do método.

### **Etapa 7 - Avaliação Intracritério**

Com o método definido, realiza-se a avaliação intracritério. Essa avaliação enfoca cada alternativa *i* em cada critério *j*. Se percebe-se que o método é de sobreclassificação, uma análise relacionada aos limiares de indiferença e preferência será executada. Já nos métodos de critério único de síntese, a normalização e a elicitação da função valor serão feitas.

### **Etapa 8 - Avaliação Intercritério**

Se já foi feita a avaliação dentro do próprio critério, é preciso, agora, agregar os diversos critérios no problema, gerando uma composição quantitativa para a avaliação das alternativas. Nos métodos aditivos, realiza-se a elicitação das constantes escala, pois é assim que são caracterizados e existem diversas formas para que isso seja feito. Nos métodos de sobreclassificação, diferentemente, os pesos indicam o grau de importância. As preferências do decisor serão expressas a partir do espaço de consequências, definindo suas escolhas e diminuindo o espaço de alternativas.

### **Etapa 9 - Avaliação das Alternativas**

Agora, inicia-se a última fase do framework: a finalização. Com os resultados após a realização das etapas anteriores, dá-se início à avaliação das alternativas a partir do método mais adequado às preferências do decisor.

### **Etapa 10 - Realização da Análise de Sensibilidade**

Depois de obter um resultado, é preciso testar a robustez do modelo a partir de uma análise de sensibilidade. Ou seja, altera-se alguns inputs e avalia-se como o resultado é alterado, ou se permanece o mesmo. Entende-se que o resultado foi não satisfatório, quando se consta uma alta sensibilidade, então realizam-se alguns ajustes nas etapas em que pode ter existido algum erro ou incoerência até que o modelo se torne, finalmente, robusto, ou seja, com baixa sensibilidade quando é executada a alteração das entradas.

### **Etapa 11 - Análise dos Resultados e Recomendação**

Agora, tem-se não somente o resultado do modelo, mas também a análise de sensibilidade que indica o quanto o decisor pode confiar naquele resultado. Por isso, nesta etapa, faz-se um relatório contendo todos as análises, detalhes, simplificações, riscos, etc.

### **Etapa 12 - Implementar a decisão**

Para finalizar, implementa-se, finalmente, a decisão que foi alcançada com os estudos e o método empregado. Sem essa etapa, não se poderia garantir o sucesso e a conquista dos resultados esperados pelo modelo proposto. Sabe-se, entretanto, que nem sempre é possível uma rápida implementação ou até aceitação da decisão, por isso, a presença do decisor ganha ainda mais valor durante todo o processo.

#### **2.1.3. PROMETHEE II**

Como será apresentado durante este trabalho, o método de apoio a decisão multicritério que será utilizado para resolução do problema em questão é o PROMETHEE (Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation) (Brans & Vincke, 1985) II. O método PROMETHEE consiste em construir uma relação de sobreclassificação de valores (Vincke, 1992), por isso é classificado como de sobreclassificação, que é uma das principais escolas de decisão multicritério e tem, dentre outras, duas grandes famílias de métodos que se destacam: ELECTRE e PROMETHEE (De Almeida *et al.*, 2013).

Os métodos de sobreclassificação têm em comum a comparação par a par das alternativas e o fato de serem de racionalidade não compensatória. A avaliação inter-critério é demonstrada pelos pesos, que indicam o grau de importância dos critérios.

Neste método, o grau de sobreclassificação de 'a' sobre 'b',  $\pi(a, b)$ , é encontrado da seguinte forma:

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

Em que  $p_i$  significa o peso escolhido pelo decisor para cada critério.

Tal que:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (2)$$

A função  $F_i(a, b)$  representa a diferença entre  $[g_i(a) - g_i(b)]$  (desempenho das alternativas) em cada critério  $i$ .

De maneira mais ordinária e trivial, a função  $F_i(a, b) = 1$ , quando  $g_i(a) > g_i(b)$ . Para o contrário,  $F_i(a, b) = 0$  Sendo assim, o grau de sobreclassificação  $\pi(a, b)$  terá somente o peso  $p_i$  de cada critério nos casos em que 'a' tiver o melhor desempenho que 'b'.

Porém, é possível que a função  $F_i(a, b)$  seja definida de outras formas, tais como se pode ver na tabela abaixo:

Tabela 2.1 – Critérios da função  $F_i(a, b)$

<i>Critério</i>	<i>Relação de desempenho das alternativas</i>	$F_i(a, b)$
<i>Usual</i>	$g_i(a) - g_i(b) > 0$	$F(a, b) = 1$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a, b) = 0$
<i>Quase critério</i>	$g_i(a) - g_i(b) \geq q$	$F(a, b) = 1$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 0$
<i>Limiar de preferência</i>	$g_i(a) - g_i(b) > p$	$(a, b) = 1$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq p$	$F(a, b) = [g_i(a) - g_i(b)] / p$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	$F(a, b) = 0$
<i>Pseudo critério</i>	$g_i(a) - g_i(b) > p$	$F(a, b) = 1$
	$q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$	$F(a, b) = 1/2$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 0$

Área de indiferença	$g_i(a) - g_i(b) > p$	$F(a, b) = 1$
	$q < g_i(a) - g_i(b) \leq p$	$F(a, b) = [g_i(a) - g_i(b)] / (p - q)$
	$g_i(a) - g_i(b) \leq q$	$F(a, b) = 0$
Critério gaussiano	$g_i(a) - g_i(b) > 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal, em que o desvio padrão $\sigma$ deve ser estabelecido.
	$g_i(a) - g_i(b) \leq 0$	

Depois de decidir o critério a ser utilizado, segundo Almeida (2013), vem a etapa de explorar essas relações para o apoio à decisão. Aqui, então, utiliza-se dois indicadores:

- Fluxo de Sobreclassificação de saída  $\Phi^+(a)$  da alternativa 'a':

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (3)$$

- Fluxo de Sobreclassificação de saída  $\Phi^-(a)$  da alternativa 'a':

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (4)$$

O fluxo de sobreclassificação de saída da alternativa 'a',  $\Phi^+(a)$ , indica a "intensidade de preferência" de 'a' sobre todas as alternativas 'b'. Quanto maior  $\Phi^+(a)$ , melhor a alternativa.

Por outro lado, o fluxo de sobreclassificação de entrada  $\Phi^-(a)$  aponta a preferência de todas as alternativas 'b' sobre 'a'. Então, quanto menor, melhor.

Por fim, um outro indicador que utiliza os dois anteriores é o Fluxo de Sobreclassificação Líquido  $\Phi(a)$ :

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (5)$$

Este último é aquele que se usa mais frequentemente para gerar o *ranking* final de alternativas do problema no PROMETHEE II.

## 2.2. Revisão da literatura

Durante a pesquisa para a compreensão do estado da arte do tema, houve um pouco de dificuldade em encontrar estudos e pesquisas que abordassem todo ou boa parte do escopo da pesquisa, todavia, foi possível deparar-se com artigos que traziam algumas luzes para a pesquisa.

O artigo de Kariuki *et al.* (2017) fala sobre o processo de tomada de decisão multicritério para conseguir ganhos genéticos desejados na criação de gado leiteiro. No estudo, foi utilizado o procedimento de agregação de objetivos ponderados para chegar nas preferências de características consensuais para diferentes categorias de produtores e processadores no Quênia.

Os pesquisadores, para estruturar o problema, escolheram 19 características importantes na produção de gado leiteiro e definiram cada uma delas. A partir disso, iniciaram a pesquisa de campo tanto com produtores como com processadores de leite para entenderem as suas preferências. A pesquisa foi feita em 3 fases para refinar a preferência. Em uma delas, os entrevistados foram solicitados para colocarem em ordem de importância cada um dos fatores. Em outro momento, foi feita uma comparação entre os pares.

Como resultado, exibiu-se duas vertentes: a preferência individual e a preferência dos grupos (pequenos e grandes produtores e processadores). Dessas preferências, concluiu-se que 5 características se sobressaiam mesmo dentro dos grupos: produção de leite, intervalo entre partos, tempo de vida de produção, peso corporal maduro e rendimento de gordura. Por isso seriam os fatores genéticos mais relevantes para tal produção.

Na pesquisa de Agustine *et al.* (2019), os pesquisadores tinham como objetivos analisar a decisão dos pecuaristas na seleção de raças de sêmen touro congelado para Inseminação Artificial e determinar os fatores que influenciavam na decisão.

Havia cinco opções de sêmen congelado de touro das seguintes raças: Simental, Limousine, Ongole Grade (Peranakan Ongole/PO), Brahman e uma quinta opção denominada “outra”. A quinta opção foi colocada caso o fazendeiro não reconhecesse qual raça de sêmen congelado foi inseminada em sua vaca. Os criadores devem escolher apenas uma opção de sêmen congelado de touro que seja adequado para sua vaca. Este estudo foi realizado coletando dados usando questionário de 400 criadores de gado de corte na província de Java Central e na província de Yogyakarta.

Os entrevistados foram selecionados pela técnica de amostragem aleatória em vários estágios. Os resultados revelaram que 42% dos pecuaristas estavam mais interessados em inseminar suas vacas com sêmen touro de Simental, e 30,75% dos pecuaristas estavam mais interessados em Limousin. Outras variáveis como influência de membro da família, custo da

IA, tamanho da propriedade, fator geográfico e conhecimento do criador sobre a raça foram variáveis que determinaram o processo de decisão do produtor.

Dentre os artigos pesquisados, a pesquisa de Taponen (2009) fala sobre a utilização de um protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo, o Ovsynch. O estudo foi desenhado para testar o efeito da IATF após o protocolo Ovsynch ligeiramente modificado na taxa de prenhez em bovinos de corte em condições de campo finlandesas. A modificação visava otimizar o número de filhotes por dose de IA.

Após realizar o protocolo cerca de 164 vezes, o estudo chegou a uma boa conclusão. A taxa de gravidez foi de 51,5% - acima da média esperada de 50%. A taxa de prenhez após um curto intervalo (50 a 70 dias) do parto até a entrada no programa foi significativamente maior do que após um longo intervalo (mais de 70 dias).

Este protocolo parece dar resultados de prenhez aceitáveis em rebanhos de corte e seu efeito na economia de mão de obra é notável.

Em outro artigo, Akin e Kara (2019) decidiram estudar quais os fatores que afetam a tomada de decisão dos criadores na Inseminação Artificial para melhorar a produção de leite e carne bovina na província de Diyarbakir, na Turquia.

Os dados primários foram obtidos de 546 criadores selecionados aleatoriamente entre membros e não membros da Associação de Criadores de Gado da Província de Diyarbakir (DCBA) por meio de questionários estruturados preenchidos durante entrevistas presenciais com os produtores. Análise estatística descritiva e métodos de regressão logística foram utilizados na análise dos dados. Uma relação significativa foi encontrada entre o status de membro e a IA. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre membros e não membros do DCBA sobre a disposição de aplicar IA caso não haja apoio do governo. Incentivos do governo, número de bovinos mestiços e puros e DCBA como fonte de informação têm um efeito positivo significativo na disposição dos pecuaristas em empregar IA, enquanto idade do criador, distância do centro da cidade mais próximo, tamanho da família da fazenda e participação da receita da safra na receita total tem um efeito negativo na adoção da IA.

No estudo de Lopes *et al.* (2016), é possível visualizar um aspecto quantitativo, de análise racional envolvendo a criação bovina. Neste caso, de maneira especial, a criação de Nelore Mocho no Brasil, ou seja, numa realidade mais próxima à da fazenda que será objeto de estudo.

No estudo, foi utilizada uma abordagem multivariada como uma ferramenta alternativa para fins de seleção quanto às diferenças esperadas na progênie (DEPs). Os dados foram ajustados usando um modelo multicaracterística e consistiram em características de crescimento (peso ao nascer e pesos aos 120, 210, 365 e 450 dias) e características de carcaça (área do músculo longuíssimo, espessura de toucinho e espessura de gordura da garupa), registrada ao longo de 21 anos em sistemas extensivos de criação de bovinos Nelore Mochos no Brasil.

O estudo concluiu que as estimativas (moderadas a altas) de correlação genética entre as características de crescimento e carcaça e as estimativas de herdabilidade foram moderadas a altas, sugerindo que uma abordagem de resposta correlacionada é adequada para a tomada de decisão prática. Isso revela que ambos os tipos de índices fornecem resultados semelhantes e que a abordagem multivariada é confiável para fins de seleção.

### **2.3. Síntese do estado da arte e posicionamento deste trabalho**

Diante do que foi pesquisado e encontrado, enxerga-se um grande potencial de inovação na pesquisa. Há estudos que versam sobre a questão dos fatores genéticos mais importantes para a produção de gado leiteiro, há estudos que levantam quais os melhores protocolos a serem utilizados para o aumento da eficiência da IATF, há outros que tentam entender como funciona a opção dos produtores pela Inseminação Artificial através de métodos multicritério, mas nenhum deles busca utilizar um modelo de decisão multicritério para considerar, no processo decisório, as características do reprodutor, que são o fator mais importante do ponto de vista genético para a reprodução, para a melhoria do rebanho.

Outro ponto de inovação é que, especificamente, até o momento, poucos estudos foram encontrados com relação ao gado de corte. A maioria das pesquisas neste espectro são sempre relacionadas ao gado leiteiro. Neste sentido, pode haver uma grande contribuição para este ramo da pecuária.

### **3. CONTEXTO E DESCRIÇÃO DO PROBLEMA**

#### **3.1. Contexto da aplicação**

O estudo de caso será acerca de uma fazenda de gado de corte situada no estado de Pernambuco que tem cerca de 400 ha e 300 animais. A forma de criação é a pecuária extensiva que se dá pelo manejo em pasto, ou seja, a nutrição é quase 100% feita com capim e em cercados.

A fazenda faz todo o seu processo reprodutivo através da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) há cerca de 3 anos e vem buscando excelência nesse quesito para atingir os objetivos planejados pelo gestor.

Dito isso, tem-se estudado quais as melhores épocas para fazer a inseminação, quais os melhores medicamentos, qual a melhor forma de manejo dentro do curral, dentre outras questões relevantes para esse sistema. Além desses fatores, um outro ponto extremamente relevante para a técnica é a seleção dos touros doadores de sêmen. A decisão comporta diversos elementos tais como a idade da matriz (vaca receptora), o tamanho dela, as características fenotípicas do rebanho, as características relativas ao touro combinadas aos fatores anteriores e aos objetivos da fazenda, etc.

#### **3.2. Descrição do problema**

O sistema de manejo reprodutivo por IATF para gado de corte traz um grande dilema que é a seleção dos reprodutores adequados de acordo com os objetivos do gestor e as restrições, recomendações e possibilidades do rebanho. Na fazenda em estudo, o gestor é também o decisor, ou seja, quem escolhe os reprodutores dos quais serão comprados os sêmens a serem utilizados.

No mercado, existem várias empresas que fornecem sêmen de touros. Porém, até o momento da publicação, o gestor trabalha exclusivamente com uma delas. Sendo assim, o processo de seleção é feito apenas através de um catálogo que ela oferta em seu aplicativo. Neste catálogo, estão contidos todos os touros doadores com suas respectivas imagens, vídeos, informações e características. As características são diversas, as informações acerca do touro são relevantes e as imagens e vídeos, apesar de terem papel pouco relevante, ajudam no processo de tomada de decisão, dado que, na maioria dos casos, não é possível ver,

pessoalmente, os touros que estão espalhados por todo o Brasil. Com tudo isso associado aos objetivos do gestor, a decisão torna-se extremamente complexa.

### 3.2.1. Sumários de touros

Para facilitar as escolhas do criador, dar credibilidade e assegurar a qualidade dos sêmens ofertados, existem alguns programas de melhoramento genético que catalogam, classificam e avaliam os touros, através das suas características. Cada um desses programas, então, gera um sumário a partir da sua base genética que apresenta as características dos touros, assim como suas classificações e índices próprios do sumário.

A fornecedora da fazenda apresenta oito sumários que têm em sua base genética os touros Nelore (raça do rebanho da propriedade), são eles: ABCZ/PMGZ, Aliança, Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), CFM, DeltaGen, Embrapa/Geneplus, PAINT e Qualitas. Dentre esses sumários, o Aliança, o CFM, o DeltaGen, o PAINT e o Qualitas são compostos, em sua maioria, de touros com o Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP). Esse certificado atesta que o animal é um melhorador genético para o rebanho. Já o ABCZ/PMGZ, o ANCP e o Embrapa/Geneplus, têm, na composição da sua base, uma quantidade maior de touros Puro de Origem (PO) que são animais dos quais se conhece a genealogia e se é comprovada, por isso, a pertença à raça Nelore. Na fazenda em foco, o decisor opta, atualmente, por escolher somente touros PO para manter o controle genético e melhorar a raça do rebanho. Posto isso, limitaremos, inicialmente, a análise a partir dos últimos três sumários citados no parágrafo.

Sobre eles, é sabido que cada um deles avalia uma série de características que acha pertinente, porém, existem alguns elementos que são, de maneira geral, comuns:

- i. Diferença Esperada na Progenie (DEP): é o valor genético em si. É o critério mais importante na seleção de touros. Ela é encontrada a partir de informações acerca do animal e de seus parentes. O valor é obtido a partir da comparação entre o valor absoluto do animal com a média da base genética em questão. Não é possível comparar DEPs de touros de bases diferentes;
- ii. Percentil (TOP): localiza o valor do DEP dentro da base genética à qual ele pertence. Vai de 0 a 100% e, quanto menor o seu valor, melhor é o animal naquela característica. A sigla que representa o Percentil é “TOP”;

- iii. Acurácia (ACC): é um percentual que indica a confiança da informação mostrada pelo DEP. Para simplificar a citação desse elemento, se usa a sigla ACC. A informação contida no DEP é mais confiável à medida que o valor da ACC é maior. É avaliada de 0 a 100% (ou 0 a 1) e vai aumentando de acordo com a quantidade de informações relacionadas ao touro (parentes e filhos) que é adicionada na base;
- iv. DECA: as DECA são agrupamentos dos touros em 10, obtidas com base nas DEPs padronizadas. Permitem uma rápida e objetiva classificação do touro em relação aos demais touros da base. A DECA 1 indica que o touro está entre os 10% melhores; a DECA 2 indica que o touro está entre os 11 e os 20% melhores naquela característica e assim por diante. O termo DECA é utilizado de acordo com o radical “*deka*” que significa “dez” em latim, visto que os agrupamentos variam de dez em dez por cento;
- v. Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP): um certificado para os animais participantes de programa de melhoramento genético, que têm capacidade comprovada para aumentar a produtividade dos rebanhos.

### 3.2.2. Escolha do sumário

Mesmo com as semelhanças e elementos comuns, os sumários não podem ser comparados entre si. Isso ocorre, pois, como já mencionado, cada um deles tem sua própria base genética e, tanto a valoração da DEP, como as classificações expostas no DECA e no TOP são feitas a partir de um comparativo entre os animais daquela base.

Por esse motivo, seria necessário fazer uma escolha individual para cada um dos sumários. Todavia, tendo em vista que o desejo é fazer com que a escolha seja a mais acertada possível, o valor da Acurácia ganha relevância para a eleição da base a ser utilizada. Dentre as bases mencionadas, aquela que tem, em média, os melhores valores de Acurácia é a da ANCP. Portanto, para o presente trabalho, iremos utilizá-la.

Vale salientar que o ANCP também é o sumário que, de acordo com sua experiência, mais traz confiança para o decisor. Esse fator deve ser citado, pois isso aumenta a qualificação da escolha a partir de alguém experiente e também facilita a aceitação do modelo.

### 3.2.3. Ferramenta de decisão

Porém, existe um problema que é a falta de uma ferramenta ou de um método para auxiliar o decisor nesta tomada de decisão. A necessidade de algo mais estruturado é comprovada pela

importância que essa decisão tem na organização e que é escancarada por diversos fatores tais como: os impactos gerados por ela que se perpetuam a médio e a longo prazo; os custos envolvidos; e também a necessidade de atingir os objetivos estabelecidos pelo gestor.

Como foi mencionado no parágrafo anterior, há um grande impacto gerado pela decisão abordada nestas páginas e esse impacto tem versões de médio e de longo prazo. Isso acontece, pois está associada diretamente à atividade fim da empresa em dois âmbitos: na qualidade dos animais produzidos para venda e na qualidade das futuras matrizes. Um sêmen bem selecionado dará ao rebanho, no médio prazo, boas características para a venda. Além disso, para se ter uma boa produção na criação de gado de corte, faz-se necessário que as matrizes (vacas que receberão os sêmens) tenham uma boa qualidade, visto que 50% da genética do bezerro gerado vem delas. Então, para que as futuras gerações de vacas receptoras sejam de qualidade, é preciso que, hoje, bons touros sejam selecionados para gerar matrizes cada vez melhores e que, no longo prazo, serão fundamentais na produção da fazenda.

Outro aspecto que traz mais importância para a decisão é o custo envolvido, tanto o custo direto como o custo de oportunidade. Uma vez que sabemos que todo processo tem um custo associado, no processo em análise, não é diferente e é composto de vários elementos tais quais custos com veterinário, com mão de obra, com medicações e com a própria aquisição do sêmen. Ademais, para o procedimento, são necessários cerca de 30 dias para poder inseminar novamente em caso de prenhez negativa ou de aproximadamente 15 meses para fazer uma nova inseminação em caso de prenhez positiva. Ou seja, há um custo de oportunidade altíssimo, principalmente, em caso de prenhez positiva.

Por fim, uma decisão mal tomada neste processo acarreta problemas para alcançar os objetivos da empresa, visto que há um custo relacionado ao tempo, à imagem da fazenda perante seus compradores, assim como às dificuldades que serão enfrentadas durante o processo por conta da má escolha.

#### 3.2.4. Estrutura do processo de decisão atual

Mesmo com todas essas implicações no negócio, por ser um processo novo dentro da empresa e pela falta de mecanismos que apoiem essa decisão, a escolha ainda é feita sem um processo e um modelo estruturados. Como foi supracitado, a escolha se dá através de um

catálogo da empresa fornecedora e esse catálogo pode ser acessado, atualmente, através de um aplicativo.

Diante do exposto, para entender como se dá o processo de decisão, foi feita uma entrevista com o gestor para esboçá-lo e se chegou nesta estrutura:

- i. Na aba principal, pode-se escolher entre “Touros de leite” ou “Touros de corte”. Para o caso estudado, opta-se pelos “Touros de corte”;
- ii. Dentro dos “Touros de corte”, temos as raças dos touros, que são divididas entre as subespécies taurinas e zebuínas. Como a fazenda somente trabalha com gado Nelore, que é uma raça zebuína, escolhe-se logo essa raça;
- iii. Neste momento, já são apresentados todos os touros de corte da raça Nelore com suas respectivas imagens e alguns identificadores. Para acessar as características do animal, basta que se clique nele. Há também um espaço para busca através de registro, nome ou código. Além disso, é possível filtrar os animais do catálogo através da genealogia (pai e mãe), dos selos (que são certificados de programas da empresa) e das provas (que são os próprios sumários). Ao filtrar pela prova, abrem-se todas as características que aquele sumário avalia e é possível estabelecer um intervalo que se deseja em cada uma delas. Com essas opções, o gestor seleciona o Programa Concept Plus (touros que aumentam as taxas de concepção em seu rebanho), a prova que mais confia (ANCP no caso) e uma ou duas características, colocando-as num intervalo que acha adequado;
- iv. Após isso, o número de opções cai bastante. Ele, então, vai selecionando os touros que pensa serem os melhores e comparando suas características até chegar na escolha.

Na decisão, outro fator que também tem uma certa importância é a opinião do veterinário que faz a venda e a implantação dos sêmens. Ele indica os melhores touros do período, os que estão com os melhores preços e alguma indicação particular. Os preços entram no processo apenas para cortar uma possibilidade. Desde que não seja um sêmen muito caro, continua sendo uma opção.

Tendo entendido as especificidades e as questões principais, consegue-se ter uma melhor compreensão do problema e que permite estruturar a melhor forma de resolvê-lo. Para isso, deve-se, então, começar a construção do modelo que, como vimos, consiste na aplicação das doze etapas descritas no início deste trabalho e que será apresentado no próximo capítulo.

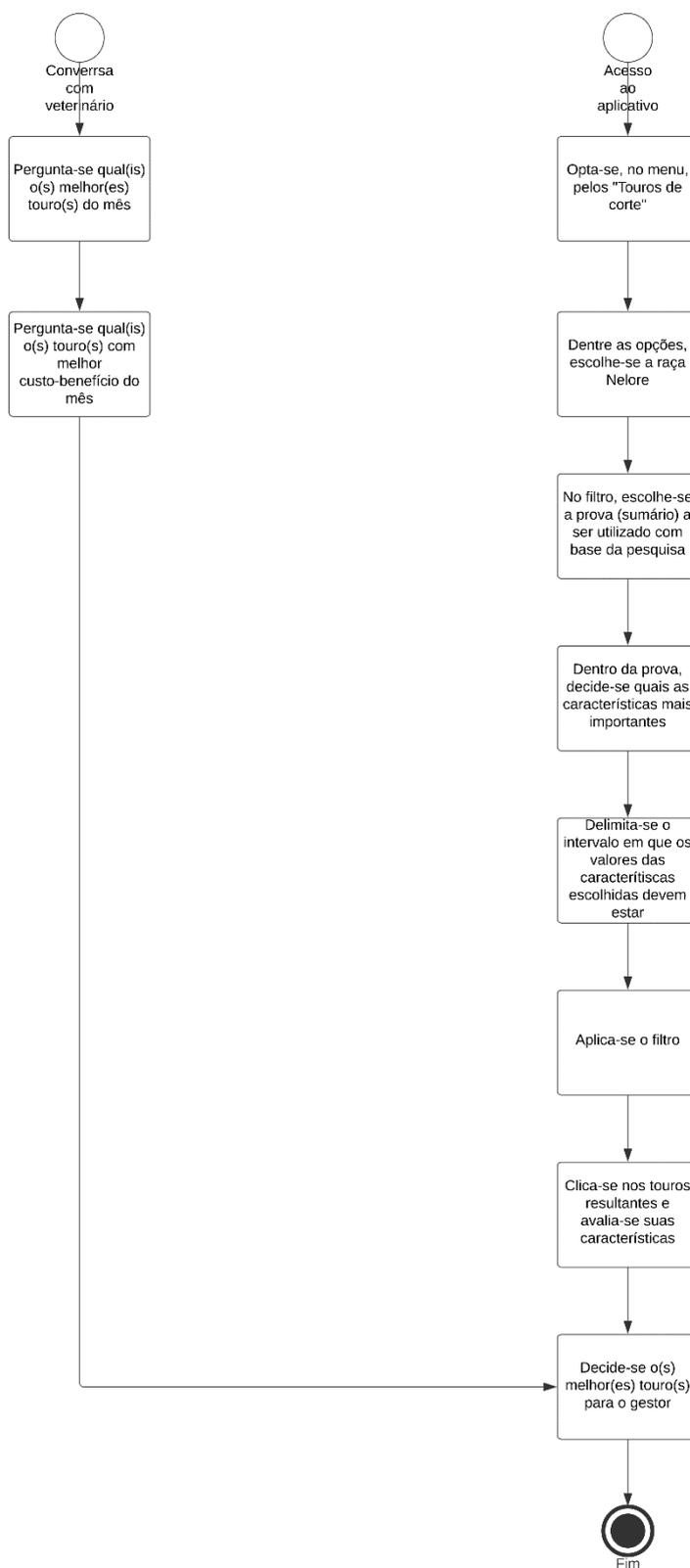


Figura 3.1 – Estrutura do processo atual

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

## **4. CONSTRUÇÃO DE MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE SÊMENS DE TOUROS**

### **4.1. Construção do modelo de decisão**

Neste tópico, será detalhada a construção de um modelo de apoio à decisão baseado na escolha do melhor sêmen a ser adquirido por uma fazenda para implantar no seu rebanho de vacas. A forma pela qual se conduzirá a construção do modelo segue a estrutura apresentada na figura 2.1 do capítulo 2. Cada tópico está relacionado a uma das etapas ilustradas no que lá está contida.

#### **4.1.1. Etapa 01: Caracterizar decisores e outros atores**

No caso em foco, o gestor da fazenda é também o decisor, ou seja, quem escolhe os reprodutores dos quais serão comprados os sêmens a serem utilizados. Ele tem conhecimento acerca da criação de gado de corte, mas entrou recentemente na questão da IATF, sendo assim, ainda está aprendendo sobre o tema.

Há uma analista de decisão que auxiliará o decisor em algumas das etapas e momentos da execução do modelo. Por exemplo, na interação com a interface do *software* que será utilizado e simplificando a linguagem, etapas e termos de todo o processo.

Outro ator existente, porém, com mínimo envolvimento, é o veterinário responsável pela implantação e venda dos sêmens. Ele é o chamado especialista e serve apenas como consultor, sem poder de decisão.

#### **4.1.2. Etapa 02: Identificar objetivos**

Diante de uma conversa com o decisor, foi possível encontrar os objetivos do problema. De modo geral, indicou que deseja melhorar a qualidade do rebanho da fazenda em estudo. Para isso, a seleção do touro deveria atingir os seguintes objetivos: o animal deve ter, em sua genética, boas características de reprodução e fertilidade; ter uma genética que favoreça a característica maternal; ter boas características de crescimento; e possuir, em sua genética, boas características de produtividade e qualidade de carne.

#### **4.1.3. Etapa 03: Estabelecer critérios**

Os critérios adotados para este modelo são os contidos no Sumário ANCP (sumário escolhido para ser a base de dados da decisão). Na tabela, temos a coluna “Critério” que contém a sigla associada a cada característica; na “Descrição”, está descrito o significado daquele atributo; na coluna “Un. de Medida”, visualiza-se a forma de mensuração do critério; e, por fim, na “Direção de preferência”, mostra-se como aquele atributo contribui para melhorar a alternativa, se é de maximização ou minimização. No total, temos 17 critérios que estão apresentados a seguir:

*Tabela 4.1 – Critérios e descrições*

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>	<b>Un. de medida</b>	<b>Direção de preferência</b>
<i>Características de Reprodução e Fertilidade</i>			
3P	Probabilidade de Parto Precoce	%	Maximização
IPP	Idade ao Primeiro Parto	meses	Minimização
IPM	Idade à puberdade de machos	meses	Minimização
PE365	Perímetro Escrotal aos 365 dias	cm	Maximização
PE450	Perímetro Escrotal aos 450 dias	cm	Maximização
PG	Período de Gestação	dias	Minimização
STAY (Stayability)	Probabilidade de permanência no rebanho	%	Maximização
<i>Característica Maternal</i>			
MP120	Habilidade maternal para peso aos 120 dias	kg	Maximização
<i>Características de Crescimento</i>			
PN	Peso ao nascer	kg	Minimização
P210	Peso aos 210 dias	kg	Maximização
P365	Peso aos 365 dias	kg	Maximização
P450	Peso aos 450 dias	kg	Maximização
<i>Características de Produtividade e Qualidade da Carne</i>			
AOL	Área de Olho de Lombo	cm <sup>2</sup>	Maximização
ACAB	Acabamento de Carcaça	mm	Maximização
MAR	Marmoreio	%	Maximização
<i>Índice</i>			
CAR	Consumo Alimentar Residual	kg	Minimização

Índice			
MGT <sub>e</sub>	Mérito Genético Total Econômico*	-	Maximização

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

Para que se tenha uma melhor compreensão do significado de cada critério, cada um deles será explanado nas próximas linhas:

- i. Probabilidade de Parto Precoce (3P): indica precocidade sexual. Revela a probabilidade de um touro produzir filhas que testadas com uma gestação até os 30 meses de idade pariram um bezerro vivo. Por ser em porcentagem, apresenta a probabilidade de sucesso. Por esse motivo, quanto maior esse índice, mais indicado o touro;
- ii. Idade ao Primeiro Parto (IPP): também expressa precocidade sexual. Quanto menor a DEP, melhor, pois indica que são meses a menos para o primeiro parto;
- iii. Idade à Puberdade de Machos (IPM): mais uma característica de precocidade sexual, mas, desta vez, com relação aos machos. DEPs menores apontam, em meses, machos que têm sua puberdade mais precoce. Sendo assim, quanto menor o valor da DEP, melhor;
- iv. Perímetro Escrotal aos 365 e aos 450 dias (PE365 e PE450): o perímetro escrotal, medido em centímetros, tem associação direta com precocidade sexual e fertilidade. Quanto maior o valor da DEP, melhor;
- v. Período de Gestação (PG): DEPs menores são favoráveis neste caso, pois revelam gestações mais curtas que aumentam a chance de o bezerro nascer menor diminuindo a probabilidade de problemas no parto e, também, mais rápido a vaca se recuperará para um novo parto;
- vi. Probabilidade de Permanência no Rebanho (Stayability STAY): revela a capacidade da matriz permanecer no rebanho até os 76 meses, podendo, assim, produzir mais bezerras para o rebanho. Indica probabilidade de sucesso, por isso é apresentado em percentual;
- vii. Habilidade Maternal para peso aos 120 dias (MP120): mensura o ganho de peso das crias devido à produção de leite da vaca. Quanto maior a DEP, melhor;
- viii. Peso ao Nascer (PN): quanto menor o bezerro, menos dificuldades podem ocorrer no parto. Além disso, indica que, de maneira geral, quanto menor o bezerro, mais precoce é o parto. Sendo assim, é preferível ter animais com menores DEPs;
- ix. Peso aos 210 dias (P210): avalia o ganho de peso antes da desmama. Maiores DEPs são recomendadas, pois apontam maior crescimento do animal;

- x. Peso aos 365 e aos 450 (P365 e P450): avalia o ganho de peso depois da desmama. Maiores DEPs são recomendadas, pois apontam maior crescimento do animal;
- xi. Área de Olho de Lombo (AOL): quanto maior a DEP, melhor, pois indica um maior rendimento da carcaça, de modo especial, em cortes nobres. É mensurada através de ultrassonografia feita no animal;
- xii. Acabamento de Carcaça (ACAB): mais uma característica que aponta a precocidade sexual, porém aponta, conjuntamente, precocidade no acabamento da carcaça. É avaliada através de ultrassonografia, resultando da análise da espessura de gordura na garupa e entre as costelas 12 e 13. Quanto mais alta a DEP, mais indicado é o animal;
- xiii. Marmoreio (MAR): o marmoreio tem relação com a quantidade de gordura intramuscular e é responsável pela suculência da carne. Coleta-se esse índice, também, por meio de ultrassonografia (desta vez, entre as costelas 11 e 13). Expressa-se em porcentagem e preferem-se touros com DEPs mais altas;
- xiv. Consumo Alimentar Residual (CAR): essa característica é calculada como a diferença do consumo de alimento observado e esperado dos animais. Quanto menos ele come, menos custo tem para o produtor. DEPs menores indicam menos consumo médio de quilos de massa seca por dia, ou seja, sendo preferíveis os animais com os valores mais baixos;
- xv. Mérito Genético Total Econômico (MGTe): esse índice é próprio da ANCP e foi desenvolvido a partir de indicadores econômicos e produtivos de uma propriedade. É definida com os seguintes pesos das seguintes propriedades: 17% de 3P, 21% de STAY, 4% de PE365, 9% de MP120, 19% de P210, 15% de P450, 12% de AOL e 3% de ACAB. Quanto maior a DEP, melhor.

#### 4.1.4. Etapa 04: Estabelecer espaço de ações e problemática

Como foi citado anteriormente no item iii do tópico 3.2.4., o gestor faz dois filtros dentro do conjunto total das alternativas que garantem que os touros apresentados fazem parte do Sumário ANCP (escolhido pela acurácia mais assertiva) e que fazem parte do Programa Concept Plus (touros que aumentam as taxas de concepção em seu rebanho). Após esses filtros, chegamos no conjunto de alternativas adequado e que conta com 69 touros. Na tabela a seguir, estão listados esses touros com seus respectivos valores de DEP.

A problemática escolhida para o estudo foi a de ordenação. Isso acontece, pois tem como objetivo esclarecer a decisão através do reagrupamento de todas as alternativas segundo as preferências do decisor.

Tabela 4.2 – Conjunto de alternativas do problema

SUMÁRIO ANCP (GENÔMICA)																			
#	NOME DO ANIMAL		MP120	PG	PN	P210	P365	P450	PE365	PE450	IPM	IPP	STAY	3P	CAR	AOL	ACAB	MAR	MGTE
1	4554 Urco FIV de Naviraí	DEP	4,86	-1,17	1,05	8,99	20,25	21,75	1,49	1,58	-0,08	-1,08	73,28	85,67	0,06	0,66	0,07	0,31	19,78
2	A7398 Renomado da Guai	DEP	5,27	-0,08	0,95	12,01	19,13	18,45	0,58	0,75	0,19	-0,52	69,72	74,5	-0,06	0,04	0,47	0,02	17,59
3	Árbitro FVC	DEP	-0,45	-0,14	1,16	10,55	20,81	22,5	1,01	1,18	1,32	-1,26	93,6	83,96	-0,11	-0,03	0,53	-0,06	20,9
4	Artilheiro FVC	DEP	-5,78	-0,55	1,11	9,48	16,16	16,2	0,54	0,23	1,64	-0,96	87,15	80,86	-0,19	0	0,22	-0,27	15,16
5	Astral da Vick	DEP	1,71	-0,26	0,38	7,6	17,27	18,88	1,92	2,03	-0,42	-0,94	75,28	84,08	0,13	2,66	-0,33	-0,01	18,89
6	B2887 da S.Nice	DEP	1,03	0,63	0,79	8,3	16,3	18,26	0,43	0,33	-0,05	-1,04	85,27	81,98	-0,05	2,95	0,61	0,05	19,98
7	Belo J Machado	DEP	1,51	-0,64	0,42	13,34	26,01	29,19	1,81	2,22	-1,12	-1,19	94,4	83,24	-0,19	2,68	0,4	0,19	26,33
8	Brasil da Beabisa	DEP	1,42	-0,34	3,42	22,19	34,22	36,59	1,69	2,05	-1,09	-1,69	88,53	91,4	-0,08	4,25	0,56	0,12	32,46
9	Brasil FVC	DEP	0,99	3,81	1,9	15,24	26,81	26,92	0,9	0,96	-0,58	-1,17	77,92	81,33	-0,06	2,05	0,41	-0,09	22,5
10	Bronze FIV Kubera	DEP	5,67	-2,99	0,3	3,03	12,38	13,2	1,47	1,74	-0,82	-1,49	85,01	83,7	-0,06	1,06	0,1	0	18,09
11	Carandah Mat.	DEP	-3,1	2,4	3,14	22,64	35,74	36,24	0,74	0,6	0,82	-1,07	81,14	76,92	-0,01	2,64	-0,04	0	25,17
12	CEN 8818 Elton	DEP	-1,77	-2,5	1,11	10,15	21,54	21,19	0,53	0,66	0,38	-1,11	86,88	86,29	-0,06	0,53	-0,21	0,04	18,66
13	CEN 8969 Exemplo TE	DEP	1,96	0,13	-0,87	1,09	12,4	13,84	0,89	0,91	-0,34	-1	82,42	80,81	0,14	-1,11	0,98	0,15	13,99
14	CEN 9030 Estuque TE	DEP	5,19	-0,11	-0,94	4,3	10,46	10,83	0,56	0,99	0,07	-0,65	71,49	75,35	-0,18	0,39	-0,01	-0,03	13,41
15	Charuto FIV Itajaí	DEP	2,42	-0,54	0,97	7,94	19,77	18,01	0,67	0,99	-0,53	-0,61	83,97	67,7	0,05	-1,74	0,57	0,04	14,96
16	Coral Mat.	DEP	3,72	-0,14	2,68	17,06	30,94	30,76	1,12	1,17	-0,74	-0,94	86,18	79,45	-0,07	6,68	-0,73	0,08	28,38
17	Damasco Mat.	DEP	3,69	-0,41	0,78	9,56	20,46	21,51	2,14	2,4	-0,96	-0,96	83,97	88,47	-0,19	3,54	0,48	-0,08	24,39
18	Destak FIV Camparino	DEP	-3,24	0,15	1,57	16,27	28,81	30,19	1,63	1,49	0,09	-1,25	76,45	87,8	-0,01	3,34	-0,02	-0,01	23,55
19	Digital Mat.	DEP	-2,16	-2,29	1,55	15,37	27,43	29,07	1,01	0,99	0,38	-1,38	76,24	85,19	-0,04	4,37	0,07	0,26	23,37
20	Diplomata Agronova	DEP	3,49	-0,1	2,11	19,86	36,37	35,46	2,11	2,32	-1,7	-1,22	87,81	87,98	-0,14	4,69	1,04	0,08	32,6
21	Ditador FIV Camparino	DEP	-2,07	1,37	1,59	13,1	22,01	25,16	1,21	1,37	0,05	-0,71	62,36	77,92	-0,04	0,48	0,33	-0,15	16,27
22	Doutor da Terra Brava	DEP	1,9	0,18	2,02	11,13	17,14	16,3	1,68	1,6	-1,16	-1,35	78,98	87,81	-0,16	-0,03	-0,4	0,02	18,89

23	<i>E1647 da MN</i>	<b>DEP</b>	1,24	1,37	-0,37	2,36	10,83	7,09	1,23	1,79	-0,15	-0,19	81,84	65,47	-0,09	-0,41	-0,78	-0,38	9,85
24	<i>Edital MAT.</i>	<b>DEP</b>	4,94	2,95	-0,41	8,7	19,25	19,08	1,65	1,67	-1,17	-1,05	91,14	83,64	0,08	0,46	0,35	-0,11	21,94
25	<i>Elegante MAT.</i>	<b>DEP</b>	2,79	-0,34	2,48	18,26	31,89	33,75	1,53	1,85	-0,4	-1,56	82,28	90,92	-0,04	2,22	-0,36	0,07	27,6
26	<i>Escandinavo MAT.</i>	<b>DEP</b>	3,47	-0,66	0,6	11,32	20,23	20,52	1,45	1,44	-1,08	-1,33	91,38	91,56	0,01	3,97	0,67	0,05	26,37
27	<i>Faraó FIV FVC</i>	<b>DEP</b>	2,5	-0,63	0,38	10,71	21,76	21,25	1,23	1,68	0,64	-0,6	84,06	58,81	-0,01	0,66	0,35	0,05	17,24
28	<i>Gabarito Camparino</i>	<b>DEP</b>	-0,56	-0,22	-0,78	6,76	12,76	15,16	0,59	0,73	0,67	-0,63	66,69	74,7	-0,13	1,14	0,44	-0,11	12,93
29	<i>Gorran Camparino</i>	<b>DEP</b>	-2,74	0,36	0,94	13,01	20,7	18,29	1	1,09	-0,52	-0,75	86,53	77,44	0	4,73	0,4	0,2	21,29
30	<i>Guerreiro da Hora</i>	<b>DEP</b>	3,83	-2,06	0,78	11,35	19,98	21,2	1,43	1,9	-1,42	-0,96	89,3	86,08	-0,08	4,47	-0,03	0,2	25,25
31	<i>Hisquimo da Campo Belo</i>	<b>DEP</b>	7,63	-2,77	0,61	10,43	15,53	16,94	0,79	0,74	0,2	-0,92	83,51	87,79	-0,16	-1,35	-0,51	-0,13	20,08
32	<i>Hungaro FIV da S.Nice</i>	<b>DEP</b>	3,83	-1,53	-0,92	6,74	15,08	14,45	1,06	1,25	-1,1	-0,81	85,91	78,95	0,04	0,12	0,75	-0,01	18,09
33	<i>Kubo Katispera (3680)</i>	<b>DEP</b>	0,37	-1,63	1,56	16,96	34,41	38,15	1,03	0,87	-0,27	-0,61	74,62	83,14	-0,1	3,43	0,24	0,05	25,6
34	<i>Lastro FIV Katispera</i>	<b>DEP</b>	4,16	-0,66	-0,31	8,27	19,31	21,85	1,77	1,71	-1,26	-0,91	89,92	75,77	-0,1	1,28	0,99	0,08	21,84
35	<i>Locs da S. Nice</i>	<b>DEP</b>	-0,13	2,04	0,79	8,08	11,16	11,95	0,88	1,22	0,67	-0,5	81,12	74,81	-0,15	2,83	-0,1	-0,03	16,22
36	<i>Mackie da CLR</i>	<b>DEP</b>	3,74	-1,69	0,04	8,88	20,43	21,71	1,29	1,74	0,16	-0,97	85,16	84,78	0,01	2,38	0,06	0,07	22,05
37	<i>Magno (CEN A1286)</i>	<b>DEP</b>	1,58	0,16	-1,38	5,28	10,8	15,02	0,31	0,87	0,39	-0,76	79,52	80,21	-0,01	-0,44	0,18	0,2	14,48
38	<i>Mukesh FIV COL</i>	<b>DEP</b>	0,72	0,3	0,49	10,61	19,28	19,22	0,59	0,95	-0,15	-1,2	86,53	88,01	-0,02	2,38	-0,38	-0,21	20,85
39	<i>Naviraí Rocha</i>	<b>DEP</b>	0,07	-0,94	1,51	12,38	24,07	25,44	0,61	0,83	-0,42	-1,05	78,81	85,31	0,06	3,44	0,43	0,01	22,25
40	<i>Odulo Zeus</i>	<b>DEP</b>	3,18	0,26	0,53	-0,84	8,98	10,78	0,64	0,28	0,39	-0,23	68,6	72,73	0,03	-2,98	-0,44	-0,01	7,13
41	<i>Quany Col</i>	<b>DEP</b>	3,61	0,26	1,79	15,05	26,83	27,33	1,4	1,46	-0,95	-1,1	89,44	84,09	-0,13	4,3	-0,02	-0,03	27,3
42	<i>Quarup Bons</i>	<b>DEP</b>	3,17	1,24	-0,46	9,17	17,97	17,72	1,78	1,87	-2,15	-1,11	88,34	85,76	0,07	1,48	0,38	-0,07	21,8
43	<i>Quedhar FIV G.Sales</i>	<b>DEP</b>	4,55	1,34	-0,16	9,1	19,79	19,7	0,68	0,37	0,53	0,02	66,87	72,55	-0,12	3,22	0,57	-0,21	18,04
44	<i>Rajan COL</i>	<b>DEP</b>	5,09	-2,34	1,27	8,9	19,23	19,95	0,9	1,12	-0,36	-1,21	92,05	80,2	-0,14	0,8	0,21	0,01	21,44
45	<i>REM Dheef</i>	<b>DEP</b>	-8,41	1,18	2,54	20,53	30,55	31,12	0,97	1,18	0,23	-1,03	83,29	86,29	-0,02	4,64	0,18	0,06	24,75
46	<i>REM Donno</i>	<b>DEP</b>	1,29	-1,96	0,36	11,01	20,48	19,76	1,16	1,06	0,41	-1,15	81,01	93,37	-0,01	1,44	0,3	-0,01	21,6
47	<i>REM Dulldog</i>	<b>DEP</b>	1,77	0,55	2,5	16,45	25,29	26,87	1,53	1,75	-1,63	-0,91	82,74	75,53	0,03	3,35	0,26	0,2	24,41
48	<i>REM El Guapo</i>	<b>DEP</b>	1,83	-2,71	-0,52	8,23	17,7	18,02	0,86	1,12	0,02	-1,11	76,46	87,34	-0,02	2,82	0,3	0,03	19,58

49	REM El Toro	DEP	2,41	-2,39	-2,11	1,52	8	5,87	0,99	1,4	-0,3	-0,92	73,94	81,22	-0,18	0,07	0,44	-0,06	12,05
50	REM Espião007	DEP	2,51	-2,69	0,93	15,13	25,57	26,13	2,11	2,77	-2,56	-1,11	76,08	90,23	0,06	1,73	0,85	0,09	24,97
51	REM F22 FIV	DEP	-0,33	-1,24	1,19	11,87	25,05	25,37	1,13	1,21	-0,37	-1,15	81,39	83,57	-0,05	4,48	-0,06	0,26	22,7
52	REM Faixa Preta FIV	DEP	-3,79	-1,21	0,22	6,84	15,74	16,03	1,05	1,74	-0,88	-1,35	82,53	87,47	0	1,97	0,62	-0,09	17,23
53	REM Formoso	DEP	1,85	-3,32	1,86	14,26	25,96	28,22	1,39	2,01	-0,94	-1,18	87,53	90,3	0,12	2,07	0,22	-0,06	25,71
54	REM Futuro FIV	DEP	-2,95	0,73	0,97	17,51	29,7	30,69	1,44	1,75	-1,69	-0,98	86,62	84,52	0,01	5,38	0,43	0,07	27,02
55	REM Galo	DEP	1,52	-1,89	0	15,16	30,97	30,98	1,72	2,25	-2,11	-1,24	82,24	85,38	-0,01	4,05	0,93	0,08	27,1
56	REM Garantido	DEP	0,14	-2,66	0,87	19,17	29,83	28,44	2,32	2,96	-2,28	-1,35	70,68	90,62	0,01	3,12	1,1	0,08	26,54
57	REM Gladiador	DEP	5,57	-0,6	0,32	12,79	26,79	27,87	1,29	1,74	-1,04	-1,05	82,21	88,29	0,08	3,23	0,34	0,18	26,28
58	REM Goiás	DEP	2,08	-1,06	-0,25	7,76	17,28	17,16	0,53	1,1	-1,27	-1,24	71,37	87,8	0,19	1,17	1	0,1	17,84
59	REM Golfe	DEP	-4,38	0,29	1,08	9,89	17,48	19,5	1,04	1,44	-0,75	-0,79	74,37	80,69	-0,09	2,54	0,02	0,16	16,4
60	REM Hermoso FIV Genética Aditiva	DEP	1,97	-2,72	0,43	14,35	30,76	29,48	2,22	2,43	-2,61	-1,41	82,94	88,41	0,08	2,23	1,92	0,15	27,23
61	REM Hot	DEP	2,05	-0,5	1,36	10,2	18,72	20,74	1,37	2	-1,45	-1,38	72,37	94,71	0,05	2,58	1,05	0,11	22,21
62	REM Hummer	DEP	-2,36	0,7	1,66	16,39	29,87	29,62	1,93	2,3	-1,73	-0,87	77,52	78,49	-0,09	5,41	0,25	0,11	24,55
63	Tabu da Alô Brasil	DEP	7,17	1,22	0,85	11,26	19,62	20,48	1,41	1,35	-0,71	-1,03	87,26	86,22	0	0,63	1,23	0	24,55
64	Taru de Naviraí	DEP	0,97	-1,29	-0,79	2,45	8,27	5,23	1,21	1,4	-0,44	-1,77	91,49	92,33	0,04	0,24	0,78	-0,05	16,65
65	TNT	DEP	0,75	-1,33	1,43	15,5	25,31	27,52	1,39	1,83	-1,13	-1,22	86,49	86,44	0,04	1,81	0,44	0	24,92
66	Único FIV da EAO	DEP	5,24	-1,88	1,81	8	15,91	15,72	0,53	0,11	1,13	-1,05	76,33	82,46	-0,18	0,65	0,55	0,1	18,19
67	Uredo de Naviraí	DEP	-0,11	1,18	1,19	16,07	25,49	27,7	0,85	1,17	-0,81	-0,99	85,94	83,28	0,01	1,07	-0,17	-0,11	22,84
68	Uzi de Naviraí	DEP	3,81	0,78	1,65	12,15	23,03	23,16	1,14	1,53	-1,19	-0,78	91,63	80,51	0,17	2,09	0,06	-0,11	23,68
69	Zero Um FIV da Jacamim	DEP	5,1	0,08	-0,09	8,98	20,32	20,95	1,12	1,01	1,03	-1,64	86,24	88,01	-0,19	0,98	0,67	-0,07	22,57

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

#### 4.1.5. Etapa 05: Identificar fatores não controlados

Um dos fatores não controlados é a questão dos estoques do fornecedor. Pode ser que o touro melhor ordenado não tenha estoque suficiente para todo o rebanho que receberia o implante do sêmen. Fora isso, como o processo é muito bem controlado e, por exemplo, não tem interferência da natureza, não se enxerga muitos fatores que não poderiam ser controlados.

Esse fator será desconsiderado durante a execução do problema. A partir do momento em que a ordenação for feita, caso haja falta de estoque do mais bem colocado, sugerir-se-á que o próximo melhor ranqueado seja adquirido.

#### 4.1.6. Etapa 06: Efetuar modelagem de preferências

A racionalidade do problema é não compensatória, pois um mau desempenho em um dos critérios não garante uma compensação vinda de outro no qual obteve-se um bom desempenho. Isso significa, para o problema, que, de acordo com as preferências do decisor, existem critérios tão importantes que o desempenho neles deve influenciar muito mais na decisão do que outros com pouquíssima importância.

Sendo assim, a melhor escolha para este trabalho é o método PROMETHEE II. Este método é não compensatório e necessita de informações intercritério adequadas à relação de importância entre os critérios e informações intracritério, obtidas pela comparação de pares de alternativas em cada critério, por meio do estabelecimento da função de preferência.

A escolha do método PROMETHEE II se deu majoritariamente devido a três fatores i) a racionalidade não compensatória do decisor com este problema, a qual já faz um grande filtro nos possíveis métodos de apoio a decisão que poderiam ser utilizados; ii) à sua simplicidade de entendimento e aplicação com o decisor; iii) à facilidade de operacionalização do mesmo através de um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) disponível em [cdsid.org.br/prometheeroc](http://cdsid.org.br/prometheeroc).

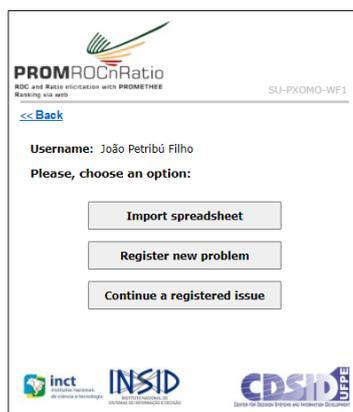


Figura 4.1 – Sistema de Apoio a Decisão (SAD) disponível em [cdsid.org.br/prometheeroc](http://cdsid.org.br/prometheeroc)

Fonte: [cdsid.org.br/prometheeroc](http://cdsid.org.br/prometheeroc) (2023)

#### 4.1.7. Etapa 07: Efetuar avaliação intracritério

A avaliação intracritério foi feita juntamente com o decisor. A partir dos critérios apresentados, foi-lhe solicitado que estabelecesse como cada critério se comporta entre suas alternativas.

Nesse trabalho considerou-se a função usual em que qualquer diferença entre a avaliação das alternativas de um determinado critério implica numa situação de preferência estrita. Este tipo de preferência está apresentado na tabela 2.1 nomeado como “critério usual”. O uso do critério usual para representar a função de preferência.

#### 4.1.8. Etapa 08: Efetuar avaliação intercritério

A avaliação intercritério se deu em duas etapas. Na primeira etapa, o decisor estabeleceu uma ordem entre os critérios sinalizando, assim, os critérios mais importantes para o problema. O resultado dessa primeira fase foi a seguinte ordenação entre os critérios: MP120, STAY, IPP, P210, ACAB, 3P, PN, PG, AOL, P365, P450, PE365, PE450, CAR, IPM, MAR e MGTE. Sendo a MP120 o mais importante e o MGTE o menos importante.

A segunda etapa tomou por base essa ordenação anterior para comparar os critérios adjacentes dois a dois, através do procedimento *Ratio*. Tendo em vista que este procedimento utiliza noção de grau de importância para pesos, o mesmo mostra-se adequado para ser utilizado em métodos de sobreclassificação. Neste momento, se definiu quantas vezes ( $v_p$ ) mais

importante o critério é que seu adjacente posterior através da seguinte fórmula:  $v_p = 1 + (\frac{v_a}{100})$  (6), em que  $v_a$  é um valor entre 1 e 100 definido pelo decisor. Novamente, o decisor teve papel ativo nessa elucidação. O resultado dessa comparação foi o seguinte:

- i. MP120 é 1,5 vezes mais importante que STAY;
- ii. STAY é 1,3 vezes mais importante que IPP;
- iii. IPP é 1,1 vezes mais importante que P210;
- iv. P210 é 1,2 vezes mais importante que ACAB;
- v. ACAB é 1,2 vezes mais importante que 3P;
- vi. 3P é 1,3 vezes mais importante que PN;
- vii. PN é 1,1 vezes mais importante que PG;
- viii. PG é 1,2 vezes mais importante que AOL;
- ix. AOL é 1,1 vezes mais importante que P365;
- x. P365 é 1,01 vezes mais importante que P450;
- xi. P450 é 1,4 vezes mais importante que PE365;
- xii. PE365 é 1,01 vezes mais importante que PE450;
- xiii. PE450 é 1,01 vezes mais importante que CAR;
- xiv. CAR é 1,01 vezes mais importante que IPM;
- xv. IPM é 1,01 vezes mais importante que MAR;
- xvi. MAR é 1,01 vezes mais importante que MGTE.

Em função disso, através do procedimento *Ratio*, que considera o ordenamento da primeira etapa e a comparação dois a dois entre os critérios adjacentes, obteve-se como resultado os seguintes pesos para os critérios em questão:

*Tabela 4.3 – Pesos dos critérios*

<b><i>Critério</i></b>	<b><i>Peso</i></b>
<i>MP120</i>	<i>0,2018</i>
<i>STAY</i>	<i>0,1345</i>
<i>IPP</i>	<i>0,1035</i>
<i>P210</i>	<i>0,0941</i>
<i>ACAB</i>	<i>0,0784</i>
<i>3P</i>	<i>0,0653</i>
<i>PN</i>	<i>0,0503</i>
<i>PG</i>	<i>0,0457</i>
<i>AOL</i>	<i>0,0415</i>

P365	0,0346
P450	0,0315
PE365	0,0312
PE450	0,0223
CAR	0,0220
IPM	0,0218
MAR	0,0216
MGTE	0,0214

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

#### 4.1.9. Etapa 09: Avaliar alternativas

A partir dos pesos, gerou-se, então um ranking entre as alternativas (a partir do Sistema de Apoio a Decisão (SAD) disponível em [cdsid.org.br/prometheeroc](http://cdsid.org.br/prometheeroc) ilustrado na figura 4.1):

Tabela 4.4 – Ranking de alternativas

#	Alternativa	Fluxo de Saída, $\Phi^+$	Fluxo de Entrada, $\Phi^-$	Fluxo Líquido, $\Phi^o$
1	Diplomata Agronova	0,7974	0,2204	0,577
2	REM Hermoso FIV Genética Aditiva	0,7467	0,2737	0,4729
3	Brasil da Beabisa	0,7456	0,2748	0,4707
4	Escandinavo MAT.	0,739	0,2779	0,4611
5	Belo J Machado	0,6889	0,3304	0,3585
6	REM Galo	0,6875	0,3294	0,3581
7	REM Gladiador	0,6859	0,3289	0,357
8	Zero Um FIV da Jacamim	0,683	0,3345	0,3485
9	Guerreiro da Hora	0,6679	0,3455	0,3224
10	Tabu da Alô Brasil	0,667	0,351	0,316
11	REM Espião007	0,6519	0,3639	0,288
12	Elegante MAT.	0,6527	0,3663	0,2864
13	REM Garantido	0,6406	0,3752	0,2654
14	Quany Col	0,641	0,3776	0,2633
15	Lastro FIV Katispera	0,638	0,3796	0,2583
16	REM Formoso	0,6358	0,3834	0,2524
17	Damasco Mat.	0,633	0,3816	0,2514
18	Bronze FIV Kubera	0,6187	0,3995	0,2192
19	Rajan COL	0,6166	0,4034	0,2132
20	TNT	0,6022	0,4133	0,1889
21	Quarup Bons	0,5935	0,423	0,1705
22	Edital MAT.	0,5922	0,4219	0,1703
23	Coral Mat.	0,5823	0,4348	0,1475
24	REM Hot	0,5827	0,4365	0,1462
25	Taru de Naviraí	0,5711	0,4489	0,1222
26	Mackie da CLR	0,5635	0,4527	0,1108
27	REM Futuro FIV	0,5509	0,4663	0,0846
28	Uzi de Naviraí	0,5452	0,4741	0,071

Capítulo 4 Construção de Modelo de Decisão Multicritério para Seleção de Sêmens de Touros

29	<i>Hisquimo da Campo Belo</i>	0,5286	0,4909	0,0377
30	<i>Árbitro FVC</i>	0,519	0,4996	0,0194
31	<i>Hungaro FIV da S.Nice</i>	0,5162	0,4999	0,0163
32	<i>4554 Urco FIV de Naviraí</i>	0,5166	0,5024	0,0142
33	<i>REM Donno</i>	0,5134	0,5024	0,0109
34	<i>REM Dulldog</i>	0,5023	0,5155	-0,0132
35	<i>REM Goiás</i>	0,4985	0,5192	-0,0207
36	<i>Digital Mat.</i>	0,4918	0,5245	-0,0327
37	<i>REM El Guapo</i>	0,4843	0,5303	-0,046
38	<i>Único FIV da EAO</i>	0,4805	0,5344	-0,054
39	<i>Doutor da Terra Brava</i>	0,4718	0,545	-0,0732
40	<i>Faraó FIV FVC</i>	0,468	0,5478	-0,0798
41	<i>REM F22 FIV</i>	0,4691	0,5494	-0,0802
42	<i>Mukesh FIV COL</i>	0,4624	0,5537	-0,0913
43	<i>Destak FIV Camparino</i>	0,4595	0,5568	-0,0973
44	<i>Naviraí Rocha</i>	0,4483	0,566	-0,1177
45	<i>Brasil FVC</i>	0,4502	0,5694	-0,1192
46	<i>REM Dheef</i>	0,4475	0,5686	-0,1211
47	<i>Kubo Katispera (3680)</i>	0,4449	0,5734	-0,1285
48	<i>REM Hummer</i>	0,4457	0,5744	-0,1287
49	<i>REM Faixa Preta FIV</i>	0,4433	0,5731	-0,1299
50	<i>B2887 da S.Nice</i>	0,438	0,5814	-0,1434
51	<i>CEN 8818 Elton</i>	0,4323	0,5803	-0,1479
52	<i>Uredo de Naviraí</i>	0,4298	0,5876	-0,1579
53	<i>A7398 Renomado da Guai</i>	0,426	0,5941	-0,1681
54	<i>Gorran Camparino</i>	0,4212	0,5955	-0,1743
55	<i>CEN 8969 Exemplo TE</i>	0,421	0,6001	-0,1791
56	<i>Quedhar FIV G.Sales</i>	0,4037	0,6162	-0,2126
57	<i>Charuto FIV Itajaí</i>	0,3945	0,6202	-0,2257
58	<i>REM El Toro</i>	0,3948	0,6212	-0,2264
59	<i>Astral da Vick</i>	0,3795	0,6377	-0,2582
60	<i>Carandah Mat.</i>	0,3768	0,6421	-0,2653
61	<i>CEN 9030 Estuque TE</i>	0,3663	0,6531	-0,2868
62	<i>Artilheiro FVC</i>	0,3184	0,697	-0,3786
63	<i>Magno (CEN A1286)</i>	0,3164	0,7007	-0,3843
64	<i>REM Golfe</i>	0,2799	0,7405	-0,4606
65	<i>Ditador FIV Camparino</i>	0,2723	0,7473	-0,475
66	<i>Locs da S. Nice</i>	0,2473	0,7724	-0,5251
67	<i>E1647 da MN</i>	0,2463	0,773	-0,5267
68	<i>Gabarito Camparino</i>	0,2369	0,7801	-0,5432
69	<i>Odulo Zeus</i>	0,2204	0,7984	-0,578

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

Como foi explicitado no ponto 2.1.3, as alternativas são ordenadas a partir do valor do Fluxo de Sobreclassificação Líquido que é obtido a partir da subtração do Fluxo de Sobreclassificação Positivo pelo Fluxo de Sobreclassificação Negativo.

**RESULT REPORT**

By using a non-compensatory rationality, the PROMETHEE II method with ROCnRATIO elicitation took into account pairwise comparison between alternatives for each criterion. Apart from the outranking degree matrix, these positive and negative flows express the extent in which an alternative outranks (or is outranked by) all other options. Consequently, the net flow is calculated for each alternative in order to rank the recommendation.

Ranking: Exploiting the valued outranking relation - outgoing, ingoing, and net flows

Ranking	Alternative	Positive Flow, $\Phi^+$	Negative Flow, $\Phi^-$	Net Flow, $\Phi^0$
1	Diplomata Agronova	0.7975	0.2205	0.577
2	REM Hermoso FIV Genética Aditiva	0.7468	0.2737	0.4731
3	Brasil da Beabisa	0.7456	0.2749	0.4707
4	Escandinavo MAT.	0.7391	0.278	0.4611
5	Belo J Machado	0.689	0.3304	0.3586
6	REM Galo	0.6877	0.3294	0.3582
7	REM Gladiador	0.6859	0.3289	0.3571

**Graphic Visualization**

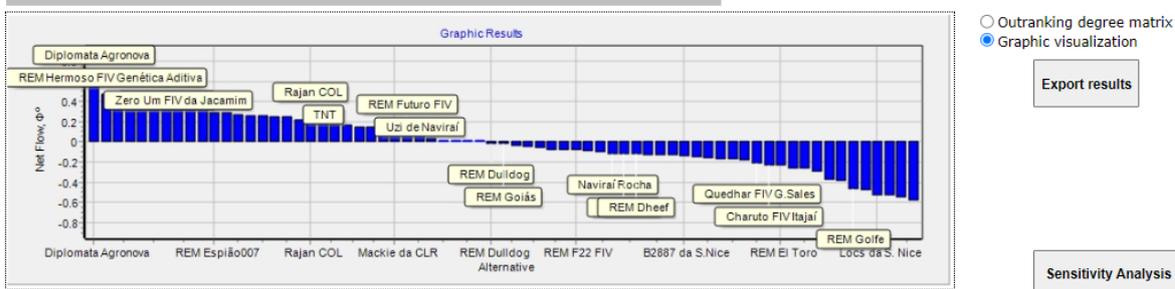


Figura 4.2 – Resultado do ranqueamento das alternativas

Fonte: cdsid.org.br/prometheeroc (2023)

4.1.10. Etapa 10: Efetuar análise de sensibilidade

Com os pesos e o ranking definidos, testou-se, então a robustez do resultado em relação aos dados de pesos. Para isso, fez-se a avaliação mantendo os valores das consequências inalterados e variando somente os dos pesos em 5, 10 e 15%.

Para avaliarmos a sensibilidade, utilizaremos um índice de robustez do modelo. O índice de robustez é dado pelo percentual de vezes que uma alternativa permanece na posição que foi ranqueada na execução do método de apoio a decisão mesmo quando há variação percentual nos pesos. A tabela a seguir mostra os índices de robustez das alternativas ao variar o peso em cada um dos percentuais.

Tabela 4.5 – Análise de sensibilidade

#	Alternativa	Var. pesos (%)		
		5%	10%	15%
1	Diplomata Agronova	100,0	100,0	100,0
2	REM Hermoso FIV Genética Aditiva	68,0	56,2	50,0

Capítulo 4 Construção de Modelo de Decisão Multicritério para Seleção de Sêmens de Touros

3	<i>Brasil da Beabisa</i>	66,5	45,9	37,8
4	<i>Escandinavo MAT,</i>	98,2	80,0	65,2
5	<i>Belo J Machado</i>	37,1	35,9	31,2
6	<i>REM Galo</i>	46,1	40,7	34,9
7	<i>REM Gladiador</i>	46,5	36,2	29,9
8	<i>Zero Um FIV da Jacamim</i>	86,1	56,0	37,7
9	<i>Guerreiro da Hora</i>	89,6	71,7	52,2
10	<i>Tabu da Alô Brasil</i>	89,6	69,1	50,5
11	<i>REM Espião007</i>	62,4	55,8	45,5
12	<i>Elegante MAT,</i>	62,3	45,7	31,4
13	<i>REM Garantido</i>	56,3	41,5	29,8
14	<i>Quany Col</i>	52,6	43,7	31,7
15	<i>Lastro FIV Katispera</i>	44,1	17,5	13,9
16	<i>REM Formoso</i>	38,8	26,1	23,9
17	<i>Damasco Mat,</i>	53,1	35,9	27,7
18	<i>Bronze FIV Kubera</i>	93,3	71,1	54,1
19	<i>Rajan COL</i>	93,3	70,9	61,7
20	<i>TNT</i>	99,7	78,4	54,8
21	<i>Quarup Bons</i>	55,0	56,0	51,6
22	<i>Edital MAT,</i>	55,0	45,1	32,6
23	<i>Coral Mat,</i>	55,2	47,5	39,4
24	<i>REM Hot</i>	55,2	50,3	42,9
25	<i>Taru de Naviraí</i>	92,5	61,9	38,0
26	<i>Mackie da CLR</i>	92,9	69,2	52,5
27	<i>REM Futuro FIV</i>	93,3	64,5	46,5
28	<i>Uzi de Naviraí</i>	93,3	73,1	63,2
29	<i>Hisquimo da Campo Belo</i>	96,0	72,9	51,3
30	<i>Árbitro FVC</i>	53,7	23,6	15,6
31	<i>Hungaro FIV da S,Nice</i>	46,8	32,4	26,9
32	<i>4554 Urco FIV de Naviraí</i>	34,7	26,4	20,8
33	<i>REM Donno</i>	52,7	33,4	25,4
34	<i>REM Dulldog</i>	85,0	64,4	39,4
35	<i>REM Goiás</i>	79,6	51,2	35,8
36	<i>Digital Mat,</i>	92,4	53,4	31,7
37	<i>REM El Guapo</i>	90,5	74,2	66,0
38	<i>Único FIV da EAO</i>	90,7	55,4	33,4
39	<i>Doutor da Terra Brava</i>	75,9	48,8	38,8
40	<i>Faraó FIV FVC</i>	37,3	27,2	21,1
41	<i>REM F22 FIV</i>	49,0	39,5	34,4
42	<i>Mukesh FIV COL</i>	80,8	53,1	36,6
43	<i>Destak FIV Camparino</i>	82,6	62,7	44,3
44	<i>Naviraí Rocha</i>	54,6	26,9	21,0
45	<i>Brasil FVC</i>	38,5	23,3	18,3

46	REM Dheef	45,0	22,7	15,5
47	Kubo Katispera (3680)	28,9	16,0	16,9
48	REM Hummer	50,2	36,5	24,0
49	REM Faixa Preta FIV	50,1	33,0	21,3
50	B2887 da S,Nice	79,1	46,7	32,0
51	CEN 8818 Elton	76,6	42,1	25,2
52	Uredo de Naviraí	83,1	60,9	41,3
53	A7398 Renomado da Guai	50,2	23,5	13,9
54	Gorran Camparino	42,0	26,7	20,4
55	CEN 8969 Exemplo TE	68,6	44,5	33,6
56	Quedhar FIV G,Sales	99,4	79,5	55,2
57	Charuto FIV Itajaí	52,6	41,5	38,6
58	REM El Toro	53,1	48,3	41,5
59	Astral da Vick	84,1	67,1	55,3
60	Carandah Mat,	81,3	47,9	30,8
61	CEN 9030 Estuque TE	97,2	80,7	68,6
62	Artilheiro FVC	80,0	65,6	59,2
63	Magno (CEN A1286)	80,0	65,6	59,2
64	REM Golfe	100,0	98,8	93,4
65	Ditador FIV Camparino	100,0	98,8	92,9
66	Locs da S, Nice	68,7	59,2	49,7
67	E1647 da MN	68,7	54,5	42,1
68	Gabarito Camparino	100,0	93,7	80,2
69	Odulo Zeus	100,0	100,0	96,6

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

Para facilitar e deixar mais visual a análise, uma escala de cores foi utilizada para diferenciar os índices de robustez em cinco níveis: muito robusto, robusto, neutro, sensível e muito sensível.

Tabela 4.6 – Legendas da análise de sensibilidade

Muito robusto	Robusto	Neutro	Sensível	Muito sensível
---------------	---------	--------	----------	----------------

Fonte: Esta Pesquisa (2023)

#### 4.1.11. Etapa 11: Analisar resultados e elaborar recomendações

É possível enxergar, na análise de sensibilidade, algumas questões importantes. Para o primeiro colocado, em todos os cenários, percebe-se que o resultado é sempre muito robusto. Porém, para as demais alternativas, na variação do peso em 10 e 15%, há um alto impacto indicado pelos resultados neutros, sensíveis e muito sensíveis. De toda forma, a variação de 5% deixou as alternativas, em sua maioria, com resultados entre robusto e muito robusto e é a mais próxima da realidade, afinal, os pesos não tendem a ter uma variação tão alta.

Com os pesos e ordenamento estabelecidos pelo decisor, era esperado, inclusive, que as alternativas melhores ranqueadas obtivessem bons valores para os critérios MP120 e STAY. Porém, os três primeiros colocados ocupam apenas as 21<sup>a</sup>, 32<sup>a</sup> e 42<sup>a</sup> posições respectivamente no critério MP120 e, no critério STAY, apenas as 13<sup>a</sup>, 34<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> posições. Sendo assim, há uma certa incoerência contida no modelo que pode ser explicada por uma incorreta escolha dos pesos e/ou do ordenamento dos critérios.

Nesse caso, é importante que se faça uma revisão e busque-se uma maior precisão na elicitação dos critérios mais valiosos, assim como nos pesos com relação aos critérios adjacentes. Vale salientar, contudo, que a escolha dos critérios foi feita juntamente com o decisor a partir do Sumário escolhido. Além, também, dos filtros utilizados para se chegar às 69 alternativas incluídas no modelo.

De toda forma, diante da complexidade do problema e das suas inúmeras variáveis, explica-se um pouco das incoerências apresentadas. Isso acontece, pois, quanto maior o número de critérios, menor é a diferença de peso entre eles, sugerindo que haja uma redução do impacto dos pesos, nivelando os critérios entre si. Com isso, uma outra possibilidade é tentar filtrar os critérios reduzindo-os para somente aqueles mais relevantes para o problema.

É importante citar, também, algumas limitações e restrições do problema: para simplificação do modelo, não foi considerada a variação do preço dos sêmens. O preço associado a cada touro não foi incluído, pois aumentaria ainda mais a complexidade do problema. Outro fator desconsiderado aqui foi a possibilidade de comprar mais de um tipo de sêmen para ser implantado na vacaria.

Mesmo com as dificuldades encontradas no trabalho, é possível dizer que se conseguiu trazer luz à questão que mal tinha um processo para a decisão e dar certo apoio para a decisão do gestor. Além de ser importante ressaltar que essas limitações e restrições não comprometem o trabalho devido à análise de sensibilidade.

#### 4.1.12. Etapa 12: Implementar decisão

Para implementar a decisão, será necessário que o decisor tome a frente desse processo, afinal foi ele mesmo quem fez as escolhas, sendo assim terá mais empenho e propriedade para dar prosseguimento a essa questão. A implementação tem tanta importância quanto o processo em si, pois não adiantaria fazer todo ele e não o implementar ou implementá-lo da maneira

errada e sem seguir aquilo que foi proposto. Desse modo, o papel do decisor torna-se ainda mais importante para garantir que tudo saia como deveria.

#### **4.2 Conclusões sobre o *framework***

O *framework* possibilitou uma rápida implementação do modelo, dando um direcionamento e foco na elaboração e desenvolvimento dele. Com isso, a partir do modelo que foi aplicado ao negócio, foi possível ter bons resultado e visão para que o decisor tome a melhor decisão. Caso seja necessário, o processo pode ser refeito visando pequenos ajustes e melhorias.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1 Conclusões

O presente trabalho apresentou o método de análise multicritério PROMETHEE II como ferramenta auxiliar na decisão de escolha de sêmens de touros a serem adquiridos para uma fazenda que utiliza o método de IATF para inseminar as vacas do rebanho com a análise de 17 indicadores de desempenho como critérios.

Houve, então, um trabalho para entender como funcionava o processo decisório atual da empresa, enxergar quais as questões mais importantes para esse processo, quem eram os atores, quais os fatores que tinham impacto na decisão, etc. A partir disso, delimitou-se o campo de análise: o entendimento de que havia apenas um fornecedor de sêmen, chegou-se à melhor base genética a ser adotada devido à sua acurácia e estruturou-se um processo mais claro de decisão.

Com essas informações preliminares, entrou-se, de fato, na avaliação de quais seriam os critérios adotados, entendendo seus significados e consequentes importâncias. Tendo sido feita a ordenação dos melhores critérios e consequentes escolhas de pesos para cada par de critérios adjacentes, chegou-se a uma ordenação das alternativas. No fim, o PROMETHEE II entregou como resultado o ranking dos touros, dos quais o que tinha maior valor do fluxo líquido total seria o mais indicado para compra. Para avaliar o modelo e testar sua robustez, também foi implementada uma análise de sensibilidade variando o percentual dos valores dos pesos de cada critério.

Percebeu-se, no fim, porém, que havia uma grande sensibilidade nos resultados apresentados e, também, uma incoerência nas alternativas apresentadas como melhores, uma vez que, nos critérios de maior peso, ocupam posições muito baixas com relação às outras alternativas.

Ademais, pode-se enxergar a importância desse estudo e suas possíveis consequências práticas tanto para a fazenda sobre a qual houve o estudo, como para o mercado de gado de corte. Para a fazenda em si, consegue-se, agora, com o melhoramento em alguns pontos do modelo fazer uma decisão mais acertada e racional dos touros a serem escolhidos. Além disso, há uma inserção de elementos mais quantitativos e objetivos em detrimento de outros subjetivos – únicos adotados até então pelo gestor. Para o mercado como um todo, como foi mencionado

no início destas páginas, não existe um estudo neste sentido, sendo assim, pode ser um pontapé na decisão multicritério utilizada para esse fim. Para mais, como fora citado também, a força da concorrência e das constantes atualizações nos mercados, faz com que cada estudo e mudança nas organizações impulsionem e transformem o mercado com mais facilidade.

Uma coisa fundamental durante todo o estudo e desenvolvimento do trabalho foram os conceitos e ferramentas da Engenharia de Produção. Primeiro, é possível citar a abordagem de processos para compreender como estava estruturada a decisão e para propor uma nova estrutura. Acrescenta-se também a modelagem de problema multicritério que guiou todo o trabalho. Por fim, o próprio *software* que permitiu uma rápida e simples execução do modelo.

Para finalizar, o trabalho trouxe luz para um mercado que vem se atualizando e implementando novas tecnologias e elementos quantitativos associados aos qualitativos somente nas últimas décadas e pôde gerar um impacto ainda maior para a empresa em foco que, tanto enxergou como os processos atuais são feitos gerando uma consciência maior e mais racional daquilo que se tem, como pôde receber o fruto da implementação do método e ampliar a visão daquilo que pode ser feito na área estudada como em outros setores da fazenda.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para futuros trabalhos, algumas sugestões poderiam ser lançadas:

- A inclusão de outras variáveis como, por exemplo, o valor de compra de cada sêmen;
- Poderia ser inserida a possibilidade de compra de mais de um sêmen de uma vez;
- Para que o problema não se restrinja a somente uma base genética, seria interessante utilizar o valor da Acurácia de um modo mais racional incluindo esta variável ao problema;
- Por fim, uma última sugestão é a de utilizar mais de uma pessoa para elicitar os o grau de importância entre os critérios, já que se trata de uma avaliação que é de difícil mensuração.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTINE, R.; BINTARA, S.; ANDARWATI, S.; MUZAYYANAH, M. A. U.; WIDI, T. S. M.; PUTRA, A. R. S. **Analysis in making decision of farmer to select bull frozen semen in Indonesia.** Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture, Vol 44, No 3, 2019.

AKIN, S.; KARA, A. **Factors affecting the farmers' decision on artificial insemination: a case study of Diyarbakir Province, Turkey.** Applied ecology and environmental research 17(1):1389-1399, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL - ASBIA. **Relatório estatístico de produção, importação e comercialização de semen.** 2008.

BARBOSA, R. T.; MACHADO, R. **Panorama da inseminação artificial em bovinos. Documentos 84.** Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos. 2008.

BRANS, J.P. & MARESCHAL, B. **PROMÉTHÉE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples.** Éditions de L'Université de Bruxelles, Bruxelles 2002.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. H. **A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM.** Mgmt. Sci., v. 31, p. 647-656, 1985.

CAUCHICK MIGUEL, P. (org.). **Metodologia Científica Para Engenharia.** Elsevier, 2012.

COSTA, S. A. **Manual prático de inseminação artificial. Goiânia.** Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás. 1990. 20 p.

DA SILVA, M. A.; DE MELLO, M. R.; PALHANO, H. **Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos**. Revista Científica do UBM, v. 23, n. 45, p. 79-97, 6 jul. 2021.

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

GIL, A.C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KARIUKI, C.M.; VAN ARENDONK, J.A.M.; KAHN, A.K.; KOMEN, H. **Multiple criteria decision-making process to derive consensus desired genetic gains for a dairy cattle breeding objective for diverse production systems**. J. Dairy Sci., 100, pp. 4671-4682, 2017.

KEENEY, R. L. **Value-focused thinking: a path to creative decisionmaking**. Cambridge, Mass.: Harvard University, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LOPES, F. B.; MAGNABOSCO, C. U.; GONCALVES NARCISO, M.; SAINZ, R. D. **Selection Indices and Multivariate Analysis Show Similar Results in the Evaluation of Growth and Carcass Traits in Beef Cattle**. Plos One, 11(1), e0147180, 2016.

MARTINS, C. F.; SIQUEIRA, L. G. B.; OLIVEIRA, C. T. S. A. M.; SCHWARZ, D. G. G.; OLIVEIRA, F. A. S. A. M. de. **Inseminação artificial: uma tecnologia para o grande e pequeno produtor**. Planaltina, DF. 2009,33 p. Embrapa Cerrados, Documentos 261.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Inseminação Artificial: Bovinos**. 3.ed. Brasília: SENAR, 2011.

SILVA, M. A. N.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. **Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos**. R. Científica UBM - Barra Mansa (RJ), ano XXVI, v. 23, n. 45, 2, p. 79-97, 2021.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Londres: John Wiley & Sons, 1992.

TAPONEN, J. **Fixed-time artificial insemination in beef cattle**. Acta Vet Scand 51, 48, 2009.