

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MAURO LIZOT

**MODELO INTEGRADO DE CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (TCO) E
MULTICRITÉRIO PARA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO FAMILIAR**

PONTA GROSSA

2022

MAURO LIZOT

**MODELO INTEGRADO DE CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (TCO) E
MULTICRITÉRIO PARA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO FAMILIAR**

**Integrated model of total cost of ownership (TCO) and multi-criteria for management of
the family agribusiness**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção/Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Dr. Flavio Trojan

PONTA GROSSA

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do
ParanáCampus Ponta Grossa**



MAURO LIZOT

**MODELO INTEGRADO DE CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE (TCO) E
MULTICRITÉRIO PARA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO FAMILIAR**

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

Data de aprovação: 18 de Fevereiro de 2022

Prof Flavio Trojan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jose Donizetti De Lima, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Maria Helene Giovanetti Canteri, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Paulo Sergio Lima Pereira Afonso, Doutorado - Universidade do Minho

Prof Pedro Paulo De Andrade Junior, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 28/02/2022.

Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de
ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Vilso (*in memoriam*) e Ivanir, pela educação, incentivo e ajuda em todos os momentos da minha vida e em extensão a toda minha família.

A minha companheira Daniela Daneluz, pelo companheirismo, paciência, sempre me incentivando e dando forças em todos os momentos.

A meu orientador, Professor Dr. Flavio Trojan, por ter me aceitado como orientado, além de sua compreensão, principalmente pela orientação para realização dos estudos.

Ao Professor Dr. Paulo Sergio Lima Pereira Afonso, pela recepção e orientação no período de estada na Universidade do Minho.

A todos os membros da banca de qualificação e defesa, pelas contribuições à pesquisa, Professores: Dr. Antonio Vanderley Herrero Sola, Dr. José Donizetti de Lima, Dr. Cassiano Moro Piekarski, Dra. Maria Helene Giovanetti Canteri, Dr. Ronan Felipe Souza e Dr. Paulo Sergio Lima Pereira Afonso.

Aos meus colegas do grupo de pesquisas *Decision Making*, pelos momentos de convivência e contribuição no desenvolvimento dos estudos.

A todos os professores em que tive o prazer de realizar disciplinas no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo compartilhamento de seu conhecimento.

A todos os agricultores que me receberam e ajudaram na realização desta pesquisa.

E a Deus por toda força, conforto e, principalmente, saúde neste período.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Eis que o menino voltou, todavia não retornou só,
trouxe consigo um sonho (LIZOT, 2016a).

RESUMO

O agronegócio familiar é um pilar para a estrutura de base da produção global de alimentos, e que gera a necessidade de gerenciamento de custos para direcionar decisões no processo de seleção de fornecedores e insumos. O processo de tomada de decisão para melhoria do agronegócio familiar depende exclusivamente do planejamento e entendimento de todos os recursos existentes na gestão de custos com o objetivo de selecionar fornecedores mais adequados. Como problemática de pesquisa, verifica-se a falta de modelos específicos para tomada de decisão na aquisição e gestão de insumos e serviços no agronegócio familiar que pode ser baseada em Custo Total da Propriedade (TCO) combinado a Métodos Multicritérios. Para preencher essa lacuna, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um modelo integrado de tomada de decisão para aquisição de insumos e serviços, baseado no método de Custo Total da Propriedade e Métodos Multicritérios no agronegócio familiar. A metodologia foi baseada em um modelo estruturado composto por sete fases, envolvendo métodos multicritérios (AHP e MABAC) e o TCO, com critérios monetários e não monetários, que representam todos os custos ocultos relacionados à atividade rural no agronegócio familiar. A aplicação do modelo ocorreu em propriedades de cultura de produção de milho, com o insumo fertilizante químico, comum para todas as propriedades pesquisadas. Os dados foram coletados em 11 fornecedores no Brasil e cinco fornecedores em Portugal. Os principais resultados demonstraram que dos 11 fornecedores analisados para o fornecimento do insumo fertilizante químico, na Região Sul do Brasil e os cinco fornecedores analisados na Região Norte de Portugal é possível formar um ranking de prioridades, com benefícios para os agricultores na tomada de decisão no ato da aquisição. O modelo proposto mostrou-se relevante na aplicação ao contexto em que foi criado, porém como principal vantagem é que o modelo mostrou-se replicável para outros ambientes e contextos por reconhecer um conjunto amplo de critérios e ser flexível para inclusão ou exclusão de critérios de decisão. As implicações sociais destacadas pelo estudo é a melhoria da qualidade de vida das famílias com ganhos de produtividade e financeiros, além da possibilidade de investimentos e desenvolvimento de novas atividades rurais, conseqüentemente aumentando a qualidade dos produtos cultivados pelos proprietários rurais.

Palavras-chave: Custo total de propriedade; análise de decisão de multicritério; agronegócio familiar; seleção de insumos.

ABSTRACT

Family agribusiness is a pillar for the basic structure of global food production, which generates the need for cost management to direct decisions in the process of selecting suppliers and inputs. The decision-making process to improve family agribusiness depends exclusively on the planning and understanding of all existing resources in cost management in order to select the most suitable suppliers. As a research problem, there is a lack of specific models for decision making in the acquisition and management of inputs and services in family agribusiness that can be based on Total Cost of Ownership (TCO) combined with Multicriteria Methods. To fill this gap, the objective of this work was to develop an integrated decision-making model for the acquisition of inputs and services, based on the Total Cost of Ownership method and Multicriteria Methods in family agribusiness. The methodology was based on a structured model composed of seven phases, involving multi-criteria methods (AHP and MABAC) and TCO, with monetary and non-monetary criteria, which represent all hidden costs related to rural activity in family agribusiness. The application of the model took place in corn production crop properties, with the chemical fertilizer input, common to all surveyed properties. Data were collected from 11 suppliers in Brazil and five suppliers in Portugal. The main results showed that from the 11 suppliers analyzed for the supply of chemical fertilizer input, in the Southern Region of Brazil and the five suppliers analyzed in the Northern Region of Portugal, it is possible to form a ranking of priorities, with benefits for farmers in decision making in the act of acquisition. The proposed model proved to be relevant in the application to the context in which it was created, but the main advantage is that the model proved to be replicable for other environments and contexts as it recognizes a wide set of criteria and is flexible for inclusion or exclusion of criteria for decision. The social implications highlighted by the study are the improvement of the quality of life of families with productivity and financial gains, in addition to the possibility of investments and development of new rural activities, consequently increasing the quality of the products cultivated by rural owners.

Keywords: Total cost ownership; multicriteria decision making; agribusiness households; selection of inputs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de organização da tese (parte 1).....	29
Figura 2 - Diagrama de organização da tese (parte 2).....	30
Figura 3 - Diagrama de organização da tese (parte 3).....	31
Figura 4 - Identificação das lacunas de pesquisa por área temática.....	53
Figura 5 – Exemplo de aplicação da dimensão aquisição.....	66
Figura 6 – Modelo TCO-MCDM.....	67
Figura 7 - Fases para aplicação do Método MABAC.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Contextos de aplicação do TCO.....	36
Quadro 2 – Características do TCO e Métodos multicritério aplicados aos problemas de seleção de fornecedores.....	41
Quadro 3 - Eixos, palavras-chaves e resultados de busca nas bases.....	48
Quadro 4 - Métodos utilizados para resolução dos problemas de pesquisa.....	58
Quadro 5 – Métodos encontrados.....	63
Quadro 6 - Escala para determinação dos critérios.....	64
Quadro 7 – Critérios, dimensões e características para análise.....	65
Quadro 8 – Critérios reconhecidos para a aplicação.....	77
Quadro 9 - Pontuações da avaliação com base na escala de Saaty adaptada.....	78
Quadro 10 - Escala binária para avaliar o critério Assistência Técnica.....	78
Quadro 11 - Descrição dos critérios identificados para a aplicação.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Portfólio bibliográfico final.....	50
Tabela 2 – Determinação dos pesos para os critérios de TCO nas propriedades Brasileiras	76
Tabela 3 – Matriz de avaliação para o insumo fertilizante químico no Brasil.....	80
Tabela 4 – Classificação agregada para fertilizantes químicos - TCO e multicritério no Brasil	81
Tabela 5 – Matriz de avaliação global (X) para o insumo fertilizante químico no Brasil.....	82
Tabela 6 – Matriz de avaliação para o insumo fertilizante químico em Portugal.....	84
Tabela 7 – Classificação agregada para fertilizantes químicos - TCO e multicritério em Portugal.....	84
Tabela 8 – Matriz de avaliação global (X) para o insumo fertilizante químico de Portugal.....	85
Tabela 9 – Resumo das classificações (TCO & MCDM e TCO + MCDM) no Brasil.....	90
Tabela 10 – Resumo das classificações (TCO & MCDM e TCO + MCDM) em Portugal.....	91
Tabela 11 – Pesos para dimensões (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	136
Tabela 12 – Avaliação de pesos de critérios globais para aquisição (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	137
Tabela 13 – Avaliação de pesos de critérios globais para recepção (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	138
Tabela 14 – Avaliação de pesos de critérios globais para utilização (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	139
Tabela 15 – Avaliação de pesos de critérios globais para propriedade (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	140
Tabela 16 – Avaliação de pesos de critérios globais para eliminação (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	141
Tabela 17 – Avaliação de pesos de critérios globais para comportamento de compra (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros.....	142
Tabela 18 – Pesos para dimensões (escala de 1 a 5) de Portugal.....	143
Tabela 19 – Avaliação de pesos de critérios globais para aquisição (escala de 1 a 5) de Portugal.....	144
Tabela 20 – Avaliação de pesos de critérios globais para recepção (escala de 1 a 5) de Portugal.....	145
Tabela 21 – Avaliação de pesos de critérios globais para utilização (escala de 1 a 5) de Portugal.....	146
Tabela 22 – Avaliação de pesos de critérios globais para propriedade (escala de 1 a 5) de Portugal.....	147
Tabela 23 – Avaliação de pesos de critérios globais para eliminação (escala de 1 a 5) de Portugal.....	148
Tabela 24 – Avaliação de pesos de critérios globais para comportamento de compra (escala de 1 a 5) de Portugal.....	149
Tabela 25 – Avaliação de critérios monetários para fertilizantes químicos no Brasil....	151
Tabela 26 – Avaliação dos critérios estimados para fertilizantes químicos no Brasil....	151
Tabela 27 – Matriz normalizada (min / max) para o insumo fertilizante químico no Brasil	51

Tabela 28 – Matriz ponderada normalizada (V) para o insumo fertilizante químico no Brasil.....	152
Tabela 29 – Matriz de linha de fronteira (G).....	152
Tabela 30 – Cálculo da matriz Q e classificação final no Brasil.....	152
Tabela 31 – Avaliação de critérios monetários para fertilizantes químicos em Portugal.....	153
Tabela 32 – Avaliação dos critérios estimados para fertilizantes químicos em Portugal.....	153
Tabela 33 – Matriz normalizada (min / max) para o insumo fertilizante químico de Portugal.....	153
Tabela 34 – Matriz ponderada normalizada (V) para o insumo fertilizante químico de Portugal.....	154
Tabela 35 – Matriz de linha de fronteira (G).....	154
Tabela 36 – Cálculo da matriz Q e classificação final de Portugal.....	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytical Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
BSs	Buffer Strips
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPEA	Centro de Pesquisa e Economia Aplicada
Ci	Número de citações
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DEA	Data Envelopment Analysis
DGADR	Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
ELECTRE	Elimination et Choix Traduisant la Réalité
EU	European Union
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IF	Fator de impacto
JCR	Journal Citations Reports
JSTOR	Journal Storage
LC	Life Cycle
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison
MADM	Multiple Attribute Decision-making
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MAUF	Multi-Attribute Utility Function
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
MCDA	Multicriteria Decision Aid
MCDM	Multiplecriteria Decision Making
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MM	Modelo de Gerenciamento
MODM	Multi-objective decision making
MOP	Multi-Objective Programming
MORDM	Many-Objective Robust Decision Making
MOTIFS	Monitoring Tool for Integrated Farm Sustainability
MSCRI	Management System of the Central Research Institute
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
PROMETHEI	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations

Py	Ano de publicação
Ry	Ano de pesquisa
SAHP	Stochastic Analytical Hierarchy Process
SJR	SCImago Journal Rank
TCO	Total Cost Ownership (Custo Total de Propriedade)
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Problema.....	19
1.2	Objetivos.....	21
1.2.1	Objetivo Geral.....	21
1.2.2	Objetivos específicos.....	21
1.3	Justificativa.....	22
1.3.1	Originalidade, Inovação e Relevância do Estudo.....	24
1.3.2	Ineditismo do Estudo.....	26
1.4	Contribuição da tese para a engenharia de produção.....	26
1.5	Delimitações e abrangência do estudo.....	27
1.6	Organização da tese.....	28
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
2.1	Agronegócio familiar.....	32
2.2	Gestão de custos na agricultura.....	33
2.3	Gestão de custos e TCO no agronegócio familiar.....	34
2.4	TCO aplicado aos problemas de seleção de fornecedores.....	37
2.5	Método AHP aplicado à estruturação de problemas de seleção de fornecedores.....	38
2.6	TCO integrado com métodos multicritérios nos problemas de seleção de fornecedores.....	39
2.7	Problema de seleção de insumos e custos no agronegócio familiar.....	41
2.8	Métodos multicritérios aplicados ao agronegócio.....	42
3	METODOLOGIA.....	47
3.1	Definição da base teórica.....	47
3.2	Identificação das lacunas de pesquisa.....	51
3.3	Identificação dos métodos.....	58
3.3.1	Método AHP.....	59
3.3.2	Métodos estatísticos.....	60
3.3.3	Métodos Integrados.....	60
3.3.4	MAUT e suas derivações.....	61
3.3.5	FUZZY + AHP.....	61
3.3.6	DEA.....	61
3.3.7	Electre III.....	62
3.3.8	Programação Linear.....	62

3.3.9	Programação Multiobjetivo	62
3.3.10	Métodos específicos.....	63
3.4	Definição dos pesos	63
3.5	Construção do modelo TCO/multicritério	66
3.6	Aplicação do modelo TCO/multicritério	69
3.7	Aplicação do método Mabac.....	70
4	Resultados e análises.....	74
4.1	Definição dos pesos para ambas aplicações.....	74
4.2	Aplicação do modelo TCO/multicritério no Brasil aos agricultores familiares da região Sul do Brasil.....	79
4.3	Resultados da aplicação do método TCO/multicritério aos agricultores familiares da região Norte de Portugal.....	83
4.4	Discussão dos resultados	86
4.4.1	Discussão do desenvolvimento do modelo.....	86
4.4.2	Discussão dos resultados da aplicação do modelo.....	89
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	94
5.1	Conclusões	94
5.2	Sugestões para trabalhos futuros	96
	REFERÊNCIAS.....	98
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA.....	112
	APÊNDICE B - LACUNAS E SOLUÇÕES SUGERIDAS DE PESQUISA...123	
	APÊNDICE C - DEFINIÇÃO DOS PESOS.....	135
	APÊNDICE D - TABELAS DE CÁLCULOS E DEMONSTRAÇÕES.....	150

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de custos é um aspecto essencial para o desenvolvimento do setor agrícola. O primeiro estudo registrado neste tema foi desenvolvido por Seldon and Groenewald (1966), que propuseram uma metodologia para calcular custos e lucros para atividades agrícolas em larga escala. A importância do gerenciamento de custos está relacionada à melhoria da qualidade da informação, o que ajuda a reduzir custos de produção (GOVDYA *et al.*, 2017; KHAKZAD *et al.*, 2018).

O desenvolvimento e aplicação de métodos de controle de custos permite o reconhecimento de informações relevantes para operações financeiras em propriedades rurais. Isso possibilita identificar as oportunidades e informações essenciais para a tomada de decisões (VAN DE WALLE, 2002).

O agronegócio familiar normalmente não utiliza métodos sofisticados de tomada de decisão. Também, por esse motivo, os métodos de apoio à decisão são aderentes a esse contexto, porque reconhecem os limites e preferências dos agricultores (NUTHALL, 2005; THESARI; LIZOT; TROJAN, 2021).

Segundo Lips (2017), os insumos para produção representam os principais gastos do agronegócio. Alguns custos relacionados a despesas de produtos e serviços e fluxo operacional são ocultos, complexos e difíceis de medir, representando mais de 50% dos custos totais de produção em alguns segmentos industriais (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999^a; MOCHNACZ *et al.*, 2017).

O desenvolvimento de um modelo que reconheça os custos totais no processo de compra de insumos (monetário e não monetário), no uso, no armazenamento e no descarte é uma maneira de aumentar a rentabilidade das propriedades. Uma limitação pode ser a falta de informações históricas para analisar a eficiência do processo. Por outro lado, essa deficiência pode ser suprida com experiência e preferência declarada pelos agricultores, captada pela abordagem multicritério.

Por ser uma atividade dependente de fatores externos ao seu domínio, o agronegócio gera complexidade no seu processo de gestão ou de tomada de decisão, o que permite que as Metodologias Multicritério de Apoio a Tomada de Decisão (MCDM) sejam aderentes à aplicação neste contexto (TSOUKIA'S, 2008; KOMELEH *et al.*, 2011).

Enquanto a produção de alimentos possui um relativo equilíbrio de volume em nível global e entre crescimento populacional e saturação de áreas cultiváveis, as margens de lucro

do agronegócio familiar vêm diminuindo ao longo dos anos (BRONSON; KNEZEVIC; CLEMENT, 2019).

O agronegócio familiar representa 80% da produção mundial de alimentos e envolve aproximadamente 570 milhões de pessoas em toda sua cadeia (FAO, 2017). O setor do agronegócio emprega 44 milhões de pessoas na União Europeia (EU) e aproximadamente 20 milhões desses empregos são exclusivamente “no campo” (EU, 2019). Em países como Portugal, o agronegócio familiar envolve 750 mil pessoas, o que representa mais de 90% do total da produção agrícola do país. Além disso, a ocupação de áreas disponíveis para cultivo é superior a 55%, representando 50% do total da produção nacional (DGADR, 2014).

No Brasil 84,4% das propriedades rurais possuem características familiares, representando aproximadamente 4,4 milhões de famílias. A sua cadeia representa 35% do Produto Interno Bruto - PIB. Na região sul do Brasil localiza-se a maior parte das propriedades rurais familiares, basicamente com pequenas propriedades (MDA, 2021). A relevância do agronegócio familiar no Brasil é evidente a partir dos números publicados pelo IBGE relacionados ao desenvolvimento econômico e social (IBGE, 2017).

Alguns países da América Latina e do Caribe ainda enfrentam desafios para garantir a segurança alimentar e erradicar a fome e a pobreza (SAINT VILLE; HICKEY; PHILLIP, 2017). Assim, as atividades desempenhadas pelo agronegócio familiar também representam um papel importante nesse contexto e para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (DARNHOFER *et al.*, 2016; FAO, 2018a).

Os países da União Europeia reduziram os gastos com agricultura de 70% em 1970 para cerca de 40% em 2018, principalmente com o uso de técnicas modernas de produção e gestão de recursos. De fato, o maior desafio para o setor agrícola na Europa é a redução das despesas relacionadas à produção de alimentos, estimada para dobrar até 2050 (UE, 2019).

A agricultura em larga escala utiliza ferramentas de precisão nas atividades operacionais e gerenciais. Os resultados são monitorados por meio de ferramentas específicas, as quais fornecem informações individualizadas por atividade, área, cultura e período, permitindo que o gestor da propriedade conheça seus custos, margens de contribuição e lucratividade (SI *et al.*, 2019).

No agronegócio familiar, os agricultores estão focados nas atividades operacionais e o gerenciamento dos resultados geralmente ocorre de forma manual, sem o uso de *softwares* ou qualquer outra tecnologia, o que reduz o nível de informações referente as despesas (BRONSON; KNEZEVIC; CLEMENT, 2019). Negócios de menor porte, como as

propriedades rurais familiares, necessitam de ferramentas mais específicas para utilização (LIZOT; TROJAN; AFONSO, 2021).

Nesse contexto, o processo de seleção de fornecedores para diminuição dos custos de aquisição de insumos é indiscutivelmente a etapa mais importante do processo de compra. Na compra de insumos para as propriedades rurais, o valor pago pelos produtos é geralmente observado como o fator primordial para a escolha dos insumos e dos fornecedores, com deficiência na utilização de aspectos qualitativos para uma visão mais ampla do processo de compra e fornecimento.

Com o dinamismo do mercado aliado às novas necessidades, é possível que outros fatores não observados anteriormente tenham peso significativo no processo de escolha, fazendo com que o conhecimento implícito do agricultor seja um elemento relevante a ser considerado, pois o menor valor pago pelo insumo nem sempre é a melhor opção para a propriedade rural.

A metodologia do Custo Total de Propriedade (TCO) permite que uma análise avançada identifique os custos reais relacionados à aquisição de um determinado bem ou serviço, por meio do levantamento de informações e para incorporar preços e outros elementos, a fim de refletir os custos adicionais na cadeia de suprimentos da propriedade (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999b).

Para resolução de problemas de avaliação e seleção de fornecedores, o TCO tem sido amplamente utilizado pelo fato de ir além da avaliação do preço de uma compra, pois inclui outros custos relacionados ao processo, tais como, custos de: aquisição, recepção, posse, utilização, eliminação e comportamento de compra (DEGRAEVE *et al.*, 2000; LIZOT; TROJAN; AFONSO, 2021).

Na literatura, é possível identificar a utilização do TCO para seleção de fornecedores em vários contextos, por exemplo: insumos e componentes (ELLRAM, 1995; DEGRAEVE *et al.*, 2005a; DEGRAEVE *et al.*, 2005b; RAMADAN, 2014; LIZOT; TROJAN; AFONSO, 2021), serviços (DEGRAEVE *et al.*, 2004; CHAWLA; KUMAR, 2018; PEZZOTTA *et al.*, 2020) e processos e equipamentos (TRYBULA, 2006; CANIATO *et al.*, 2015; LIPS, 2017; BACCETTI *et al.*, 2018).

Com o TCO torna-se possível reconhecer todos os custos envolvidos na atividade de aquisição de insumos, transporte e armazenamento de produtos, entre outros, considerados "custos ocultos", nem sempre visíveis.

As metodologias MCDM adaptadas às mais diversas áreas, consideram variáveis que devem ser ordenadas ou classificadas, a fim de otimizar a tomada de decisão (TSOUKIA`S, 2008; GUARNIERI; TROJAN, 2019; THESARI; LIZOT; TROJAN, 2021). Ferramentas para auxílio na gestão podem ser replicadas ao ambiente do agronegócio. Neste contexto, os métodos multicritérios destacam-se no sentido de definir a decisão mais assertiva por meio dos critérios considerados (KAIM; CORD; VOLK, 2018).

Os métodos multicritérios são amplamente difundidos devido às suas capacidades de integrarem e equilibrarem as distintas visões existentes no complexo processo decisório, considerando os múltiplos decisores envolvidos (DE LUCA *et al.*, 2017). A aplicação destes métodos fornece um foco pluralista e dinâmico à tomada de decisões, nos contextos complexos como a alocação de recursos na agricultura (FALCONE *et al.*, 2016; DE LUCA *et al.*, 2017). Essa alocação de recursos demonstra-se importante devido à relevância do agronegócio para a suficiência alimentar mundial, como nos aspectos sociais e econômicos que a atividade desempenha.

Tendo em vista a necessidade do desenvolvimento de ações de apoio ao desenvolvimento econômico e conseqüentemente social das propriedades rurais familiares, e objetivando responder à pergunta de pesquisa, propõe-se, nesta tese, desenvolver um modelo que possa apoiar a tomada de decisão utilizando as preferências dos decisores para a aquisição e gestão de insumos e serviços no agronegócio familiar. Dessa maneira, pretende-se discutir e utilizar os conceitos científicos da Engenharia de Produção e o ambiente do agronegócio familiar, com o intuito de motivar o alcance do seu desenvolvimento econômico e social.

1.1 Problema

Conforme identificado na revisão de literatura desenvolvida para o presente estudo, as principais deficiências identificadas na gestão do agronegócio familiar são: falta de métodos de estimação dos gastos totais de aquisição, dificuldades da coleta de dados gerenciais, carência de ferramentas específicas para gestão de pequenas propriedades rurais familiares.

Segundo Sharma (2012), também destacou a necessidade de desenvolvimento e utilização de modelos e ferramentas de gestão contábil capazes de suprir os problemas da contabilidade agrícola, relacionados à dificuldade de alocação de vários custos entre várias culturas e outras atividades aliadas. Ainda segundo o mesmo autor, os agricultores familiares

geralmente não possuem sistemas consolidados para controlarem despesas e receitas, contando apenas com informações básicas e estimativas subjetivas sem um método adequado para tomar decisões.

A fim de suportar o problema de pesquisa, os aspectos considerados estão presentes nos estudos de Moran *et al.* (2007), Andrews; Carroll (2011), Singh; Reed; Keller (2015) e Hofman-Caris *et al.*, (2019) que destacaram sobre modelos que proporcionaram integração entre as variáveis e opinião dos decisores. Estas respectivas variáveis estão vinculadas a dados de produção para aprimorar a tomada de decisão para gerenciamento sustentável dos empreendimentos.

No estudo de Van de Walle (2002), foi avaliada a ineficiência das estradas rurais para identificar custos logísticos relacionados a uma redução ocorrida do nível de competitividade dos produtores rurais. Já Singh; Jha; Chowdary, (2018), os métodos multicritérios integrados a outros métodos podem satisfazer essas necessidades.

Os estudos de Hall; Mcvittie; Moran (2004), Santé-Riveira; Crescente; Miranda (2008), Bergez *et al.* (2010), Lips, (2017) e Ramos *et al.* (2020) exploraram modelos sobre a opinião dos atores envolvidos no processo decisório da agricultura, integrada ao custo de produção das atividades rurais. Nikas; Sotiropoulos; Xydis (2018), Vial *et al.* (2018) e Silva *et al.*, 2020 reconheceram lacunas, reiterando o envolvimento dos decisores na formação das soluções, por meio de ferramentas capazes de integrar todos esses fatores.

Neste sentido, Sánchez-Zamora; Gallardo-Cobos; Ceña-Delgado (2014) apresentaram a necessidade do desenvolvimento de estudos que promovam um ambiente competitivo, dinâmico e, sobretudo inovador no ambiente agrícola, por meio da criação de modelos que possibilitem novas formas de gestão das propriedades rurais.

As pesquisas de Hayashi (2000) e Mendoza; Martins (2006) identificaram lacunas vinculadas à necessidade do desenvolvimento de modelos de gestão aplicados para a agricultura. Garibaldi *et al.* (2017) apresentaram a preocupação do desenvolvimento e aplicação de modelos de gestão capazes de serem vetores de desenvolvimento e erradicação da pobreza por meio da segurança alimentar das regiões menos favorecidas.

Portanto, procura-se suprir a deficiência de modelos de gestão de custos para a aquisição de insumos e serviços no agronegócio familiar, a fim de aumentar a assertividade na tomada de decisão para a seleção de insumos, por meio do uso de um Modelo TCO e MCDM, integrados.

Nesse contexto, a elaboração da presente tese busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como auxiliar à tomada de decisão com foco na gestão de custos para a aquisição de insumos e serviços no agronegócio familiar por meio do desenvolvimento de um novo modelo integrando Custo Total de Propriedade e Multicritério?

A fim de responder o problema de pesquisa, foi desenvolvido um modelo de tomada de decisão para aquisição e gestão de insumos e serviços baseada em Custo Total da Propriedade (TCO) e Métodos Multicritérios para atender as necessidades dos agricultores familiares, e para preenchimento das lacunas existentes nessa área do conhecimento.

1.2 Objetivos

Os objetivos de pesquisa buscam delinear os resultados pretendidos pelos pesquisadores. Assim, para a condução da presente tese, busca-se atingir os objetivos descritos.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo integrado de tomada de decisão no agronegócio familiar para aquisição e gestão de insumos e serviços baseado no método de Custo Total da Propriedade e Métodos Multicritérios de Apoio a Decisão no agronegócio familiar.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar as deficiências e vantagens dos atuais métodos utilizados pelos agricultores na gestão das propriedades;
- b) Identificar as principais ferramentas adotadas à gestão de custos para aquisição de insumos no agronegócio familiar;
- c) Estruturar um processo de ordenação baseado nos métodos multicritérios mais apropriados, com foco nos fatores mais relevantes para gestão;
- d) Desenvolver a metodologia para aquisição de insumos, baseada nas informações de custos e preferência dos decisores;
- e) Simular o modelo de ordenação baseado nos métodos multicritérios mais apropriados, para aquisição de insumos no agronegócio familiar;

f) Aplicar o modelo em propriedades rurais familiares no Brasil e em Portugal.

1.3 Justificativa

Ao mesmo tempo em que o aumento da produção de alimentos tem um equilíbrio global, as margens de lucro do agronegócio familiar vêm diminuindo ao longo dos anos (BRONSON; KNEZEVIC; CLEMENT, 2019). Alguns fatores ocasionam a redução de margens, saturação de áreas cultiváveis, aumento da concorrência, queda nos preços dos produtos, aumento crescente dos custos de insumos e a redução dos subsídios agrícolas (BJORKHAUG; BLEKESAUNE, 2008).

A gestão de custos no agronegócio é um fator essencial, que precisa ser aprimorado para atender aos aspectos econômicos e sociais no agronegócio familiar (EDERER, 2015). Pequenas propriedades rurais, especialmente de gestão familiar, contribuem para o progresso e desenvolvimento sociais, ambientais e de qualidade de vida de seus integrantes (KAIM; CORD; VOLK, 2018).

A gestão de custos na agricultura está essencialmente ligada à alocação de recursos financeiros e físicos para melhorar a eficiência e aumentar a produção primária de alimentos (KHAKZAD *et al.*, 2018). Além disso, existe a perspectiva de escassez dos recursos para fornecer alimentos em função do crescimento populacional.

Nesse contexto, destaca-se a necessidade de desenvolver estudos que possam orientar ações para a redução dos custos de produção nesta atividade, a fim de criar condições para atender também as classes menos favorecidas (VAN DE WALLE, 2002, FAO, 2017).

A teoria dos custos, explorada na engenharia de produção e relacionada ao TCO tem proporcionado o desenvolvimento de soluções para o processo de compra de mercadorias em vários setores (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2004). Até meados da década de 2000, os modelos que utilizavam TCO no agronegócio familiar não poderiam ser claramente identificados na literatura, conforme relatado pela pesquisa de Degraeve; Labro; Roodhooft (2000) e Degraeve; Labro; Roodhooft (2004). Os autores concluíram ainda que o TCO demonstra-se ser uma metodologia eficiente para definir custos de aquisição, pois identifica todos os custos associados ao processo de compra, considerando toda a cadeia de valor (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000).

De acordo com Scott; Burke; Szmerekovsky (2018), dentre as maneiras disponíveis de obter o preço total de compra de insumos e serviços, o TCO pode ser a abordagem mais

completa, pois reconhece os custos ocultos relacionados à vida útil de bens ou serviços. Desta forma, é um método que se encaixa na realidade do agronegócio familiar, embora ainda pouco explorado nos estudos realizados até o momento.

Até então, os estudos que envolvem custos na aquisição de insumos no agronegócio ainda são escassos, de modo que o desenvolvimento de modelos com conceitos que envolvem o TCO pode ajudar a preencher as lacunas existentes. Além disso, os estudos que envolvem a integração do TCO com modelos multicritério (KAIM; CORD; VOLK, 2018; KHAKZAD *et al.*, 2018) exploram principalmente a priorização das atividades de produção e suas ramificações. Porém, os modelos de gestão de custos para o agronegócio ainda estão voltados para pesquisas relacionadas à eficiência energética e que utilizam abordagens alternativas na busca por uma economia circular e de reutilização de recursos.

A fim de auxiliar as propriedades rurais a melhorar o processo de tomada de decisões, os métodos multicritérios são adequados (KAIM; CORD; VOLK, 2018), e na literatura é possível encontrar pesquisas que utilizam a análise multicritério no ambiente do agronegócio e que promovem melhorias significativas para os agentes produtivos deste setor.

Neste sentido, Fagioli *et al.* (2017) estudaram uma cadeia agroalimentar de produtores de azeite e o consumo foi avaliado através de avaliação multicritério e com o método ELECTRE III para a criação de indicadores, com foco em atividades que pudessem agregar valor aos produtos ou processos. Louwagie *et al.* (2012) avaliaram a pegada agroambiental na produção de pastagens para bovinos leiteiros e de corte, utilizando modelos multicritério.

Sendo assim, os estudos com enfoque na utilização de métodos multicritérios na gestão de custos podem ainda ser expandidos (HAYASHI, 2000; LOUWAGIE *et al.*, 2012; FAGIOLI *et al.*, 2017). A literatura aponta para uma lacuna relacionada à composição de custos nas atividades do agronegócio familiar, que não considera adequadamente os custos totais de do processo de aquisição, logística, manutenção e armazenamento de insumos (NUTHALL, 2005; SHARMA, 2012).

Logo, o controle e gerenciamento de custos de aquisição no agronegócio familiar apresenta potencial para promover avanços no processo de tomada de decisão, o qual possui relevância social e econômica em nível global (EDERER, 2015), tornando o modelo proposto uma ferramenta relevante para o contexto apresentado e com fortes possibilidades para auxílio a população que a utilizará. O processo de seleção de insumos e fornecedores no agronegócio familiar não é uma tarefa trivial como pode parecer e, se não realizado cuidadosamente, pode

gerar impactos negativos aos negócios familiares e suas finanças (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999b), além de outros, esse motivo pode ser elencado como determinante para elaboração do modelo proposto.

Qualitativamente a elaboração da presente tese é justificada pelo potencial contribuição dos seus resultados para os agricultores familiares. O agronegócio familiar foi escolhido por envolver uma parte relevante da população da maioria dos países e mediante a aplicação de elementos da engenharia de produção e gestão de custos, melhorando seus indicadores de rentabilidade, proporcionando aumento nos aspectos de qualidade de vida de todos os envolvidos.

A metodologia proposta nesta tese pode ser utilizada por agricultores familiares para alcançar melhores resultados financeiros, por meio do gerenciamento adequado dos seus custos, conseqüentemente traduzindo-se em melhorias quantitativas no aspecto financeiro e melhorias qualitativas no aspecto de qualidade de vida no campo. Para ilustrar a relevância dos custos no setor, utilizando-se dados do ano de 2020, nos quais a receita agrícola familiar no Brasil foi de US \$ 60,2 bilhões (BRASIL, 2020), os custos relacionados à aquisição de insumos foram da ordem de 23% dessa receita (CONAB, 2020).

Seguindo essa lógica o uso desses estudos mais aprofundados pode proporcionar uma economia na aquisição de insumos e na renda das propriedades rurais familiares. Também se verifica a possibilidade de reinvestimento na própria atividade rural, que pode gerar aumento de produção, e conseqüentemente um ciclo positivo nos rendimentos (LIZOT *et al.*, 2018).

1.3.1 Originalidade, Inovação e Relevância do Estudo

Conforme destacado por Lizot, Trojan e Afonso (2021), os conceitos advindos do custo total de propriedade e análise multicritério de maneira integrada concomitantemente, possibilita analisar o problema de seleção de insumos no agronegócio familiar por novos pontos de vista. Logo o presente estudo pode ser considerado original, pois possibilita:

- a) A interação dos agricultores familiares no processo de composição na matriz de avaliação de custos por meio da denição de pesos para os critérios;
- b) Considera fatores além do custo, na escolha de fornecedores de insumos, analisando o problema por duas maneiras distintas e considerando as mesmas informações de origem (TCO+MCDM e TCO&MCDM);

Na literatura explorada para o desenvolvimento da presente tese, não foram identificados métodos para gestão de recursos no agronegócio familiar que possam suprir as necessidades de seleção de fornecedores, e que envolvam os aspectos qualitativos (SHARMA, 2012; LIPS, 2017; KAIM; CORD; VOLK, 2018).

As características de inovação do estudo estão pautadas no reconhecimento das preferências dos agricultores para definição das prioridades no processo decisório, permitindo a mudança dos cenários no momento em que for necessário.

O desenvolvimento desse estudo torna-se relevante também no aspecto de proporcionar um modelo de gestão inovador e aplicabilidade no contexto rural familiar, sendo um vetor para solução de problemas no agronegócio familiar.

As teorias integradas neste estudo são oriundas da gestão industrial e dos métodos de apoio à tomada de decisão, aplicáveis tanto em nível regional quanto internacional, podendo esse modelo ser replicado em outros países.

A originalidade deste estudo pode ser identificada na literatura científica, ao ser reconhecida a necessidade do desenvolvimento de modelos de tomada de decisão que priorizem a gestão do agronegócio familiar por autores da área (NUTHALL, 2005; SHARMA, 2012) e, mais recentemente (RAMOS *et al.*, 2020).

Alguns estudos já exploraram a utilização do TCO no agronegócio (LIPS, 2017; MOCHNACZ *et al.*, 2017), com aplicação voltada para estimativa do custo do ciclo de vida de máquinas agrícolas e avaliação de aquisição de insumos em frigoríficos agroindustriais.

Quanto à utilização dos métodos multicritérios para o agronegócio, alguns estudos realizaram essa aplicação (PIEDRA-MUÑOZ; GALDEANO-GÓMEZ; PÉREZ-MESA, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; KAIM; CORD; VOLK, 2018), porém considerando aspectos voltados para a sustentabilidade, planejamento estratégico e alocação de áreas agrícolas.

O estudo de Shabani *et al.* (2019) realizou a integração do TCO e DEA em um ambiente composto por 175 fornecedores para compra de cinco componentes principais para dois fabricantes mecânicos multinacionais. Essa aplicação utilizou um conjunto comum de pesos, não suficientes para replicação em outros contextos e ambientes, como por exemplo, no agronegócio familiar.

Portanto, busca identificar que o desenvolvimento de um modelo integrado de gestão, cujo papel no agronegócio é essencial, auxilia na eficiência das propriedades rurais familiares e aumento do desenvolvimento econômico e social.

1.3.2 Ineditismo do Estudo

O presente trabalho pode ser considerado inédito em função do desenvolvimento de um modelo integrando TCO e a análise de decisão multicritério para melhorar o gerenciamento em propriedades rurais familiares. O modelo é originado pela deficiência dos agricultores na escolha dos insumos e fornecedores mais apropriados para seu contexto, sob a necessidade de avaliação de múltiplos critérios de escolha.

A partir de uma pesquisa bibliográfica realizada nas bases de artigos científicos mais relevantes, na área temática do estudo, constatou-se uma lacuna de pesquisa, devido a inexistência de modelos que integrem os elementos de TCO juntamente com MCDM e sejam passíveis de aplicação no ambiente do agronegócio familiar.

Na revisão da literatura relacionada ao tema do estudo, foi constatada a utilização do TCO no ambiente industrial (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999b; DEGRAEVE ROODHOOFT; DOVEREN, 2005a), na cadeia de suprimentos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a; DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2005b; CANIATO *et al.*, 2015; KAYA; YET, 2019; YANG; CHEN, 2019; RAMOS *et al.*, 2020).

Foi identificado, também no setor de serviços (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT 2004), no ambiente do agronegócio (LIPS, 2017; MOCHNACZ *et al.*, 2017), além de métodos multicritérios para o agronegócio (PIEDRA-MUÑOZ; GALDEANO-GÓMEZ; PÉREZ-MESA, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; KAIM; CORD; VOLK, 2018).

A partir destes estudos verificados, não foi constatada a integração de ambos os métodos para aplicação no agronegócio familiar. Verifica-se na literatura o foco pelo desenvolvimento de ferramentas, metodologias e modelos para aplicação em grandes corporações ou na agricultura de larga escala. Poucos desenvolvimentos conduzem modelos para aplicação no ambiente rural familiar. Por esse contexto apresentado, demonstra-se assim o ineditismo da sua estrutura e proposta do modelo.

1.4 Contribuição da tese para a Engenharia de Produção

A realização da presente tese de doutorado ocorre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Ponta Grossa, na área de concentração: Gestão Industrial e na linha de

pesquisa: Gestão do Conhecimento e Inovação, vinculada ao estudo dos métodos de apoio a tomada de decisão.

A tomada de decisão em ambientes complexos necessita ser tratada com ferramentas robustas (TROJAN; MORAIS, 2015), capazes de suprir essas necessidades. De encontro a isso, o agronegócio de uma forma geral ganhou destaque nas últimas décadas, deixando de ser atividade de subsistência para ser uma relevante atividade econômica (FAO, 2020), elemento significativo na formação do PIB em muitos países (CEPEA, 2020).

Diante deste cenário, a Engenharia de Produção torna-se um programa indicado para aplicação de suas linhas de pesquisa no contexto agrícola familiar, possibilitando englobar suas diferentes áreas de conhecimento para buscar resultados ótimos nesse contexto.

Desse modo, os estudos realizados para melhoria do contexto agrícola familiar são estruturados e direcionados à inserção dos conhecimentos múltiplos da Engenharia de Produção ao ambiente rural (LIZOT, 2016b), endossando assim a contribuição científica desta pesquisa para a Engenharia de Produção.

A relevância deste estudo vai ao encontro aos princípios da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), que tem o objetivo de promover o desenvolvimento agrícola na elaboração de estratégias para um desenvolvimento econômico, político e social sustentável (FAO, 2020). Além de estar aderente com os ODSs (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU, principalmente com as ODSs: 1) Erradicar a pobreza; 2) Erradicar a fome; 8) Trabalho digno e crescimento econômico; 10) Reduzir a desigualdade; e 12) Produção e consumo sustentáveis (ONU, 2021).

A partir deste contexto, este estudo corrobora com o meio científico e acadêmico, além das esferas, sociais e econômicas, proporcionando um modelo passível de aplicação em todo o ambiente rural, alinhado ao PPGE. Nesse sentido, cumpre seus objetivos científicos, acadêmicos, políticos e sociais, fortalecendo o desenvolvimento da linha de pesquisa e promovendo sua relação prática com a sociedade.

1.5 Delimitações e abrangência do estudo

A proposta de estudo apresentada nessa tese envolve os conceitos dos métodos de gestão de custos integrados aos Métodos de Apoio a Tomada de Decisão Multicritério, ambos aplicados no agronegócio familiar. O foco do estudo é no desenvolvimento de um modelo integrando métodos multicritérios de apoio a decisão e TCO, com aplicação no agronegócio

familiar. Temas relacionados com a Engenharia de Produção e Gestão de Custos também podem fazer parte desta tese.

Algumas limitações potenciais podem ser encontradas no desenvolvimento deste estudo. A falta de informação histórica registrada pelos proprietários pode afetar a definição de preferências, por outro lado, os agricultores poderão usar sua experiência para defini-las. Outra limitação está relacionada com a pesquisa bibliográfica, realizada somente em bases com acesso vinculadas à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Quanto a representação dos temas que potencialmente não puderam ser bem representados, verifica-se como limitação a contribuição política para o desenvolvimento do agronegócio familiar. Pode-se elencar nesta limitação, a abordagem das possibilidades de desenvolvimento de novos negócios e cultivo de novas culturas no agronegócio familiar, podendo ser este, um fator de contribuição para o desenvolvimento do agronegócio familiar e fortalecimento do respectivo tema para a literatura.

1.6 Organização da tese

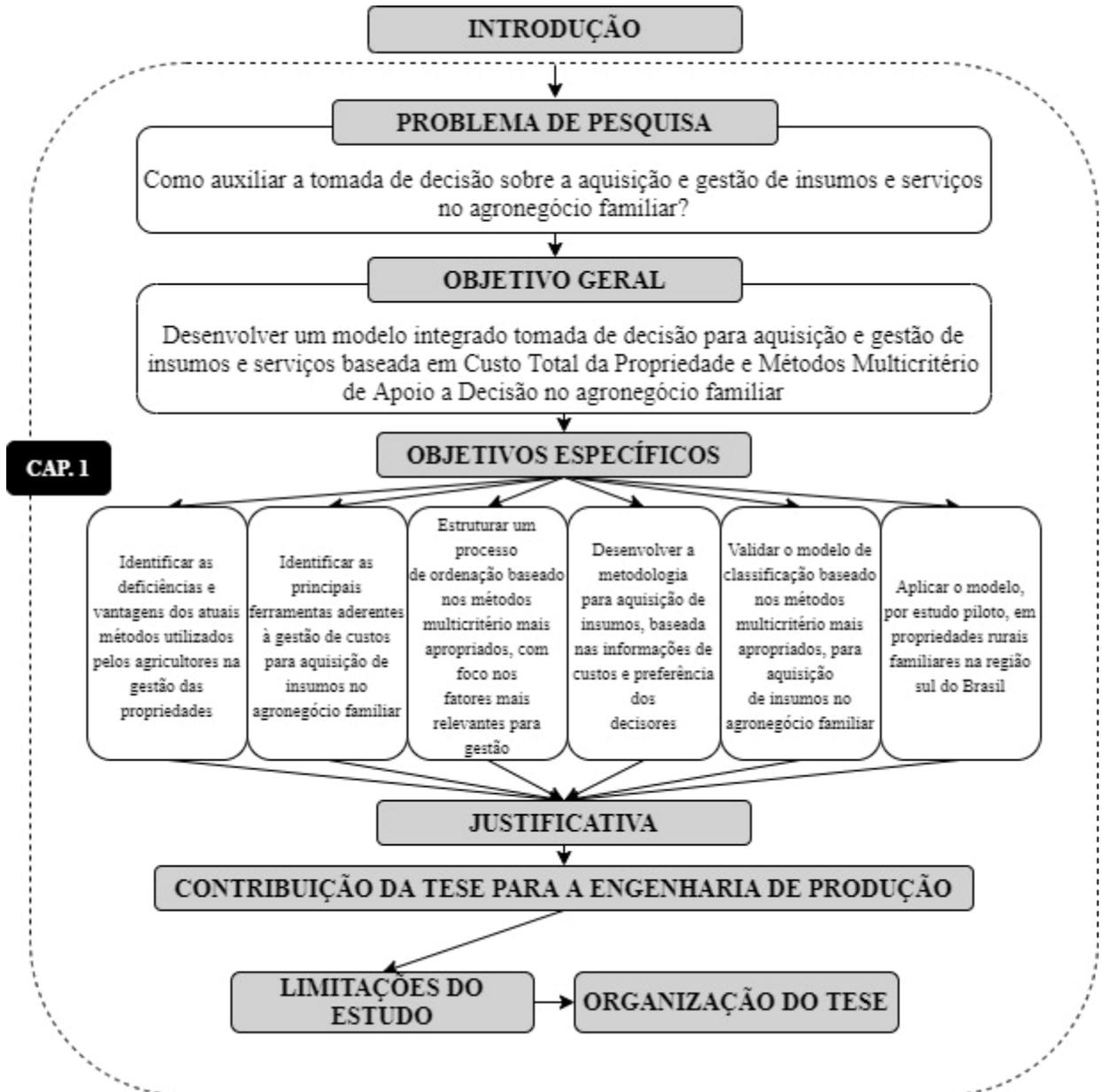
A presente tese está estruturada em cinco seções, sendo este o capítulo inicial com a apresentação do problema, objetivo geral e objetivos específicos, justificativas, contribuição da tese para a Engenharia de Produção e limitações do estudo. Na sequência, a segunda seção, apresenta uma revisão da literatura pesquisada.

A seção 3 descreve os procedimentos metodológicos utilizados nesta tese, desde a formação da base bibliográfica, eleição dos critérios e as alternativas, além de apresentar a estruturação nos métodos multicritérios utilizados de ordenação destes. Posteriormente é descrita a base matemática do modelo proposto e proposta de aplicação do mesmo.

Na próxima seção, quatro, encontram-se apresentados os resultados da aplicação do modelo nas propriedades rurais, bem como suas respectivas análises. A aplicação ocorreu em propriedades rurais familiares localizadas na Região Sul do Brasil e Região Norte de Portugal, analisando a aquisição do principal insumo para o cultivo da cultura do milho.

Na quinta seção são apresentadas as principais conclusões acerca da aplicação do modelo e suas implicações, tanto para a literatura quanto para os agricultores familiares, além das limitações e oportunidades. Após, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas para o estudo. Toda essa estrutura é demonstrada na Figura 1.

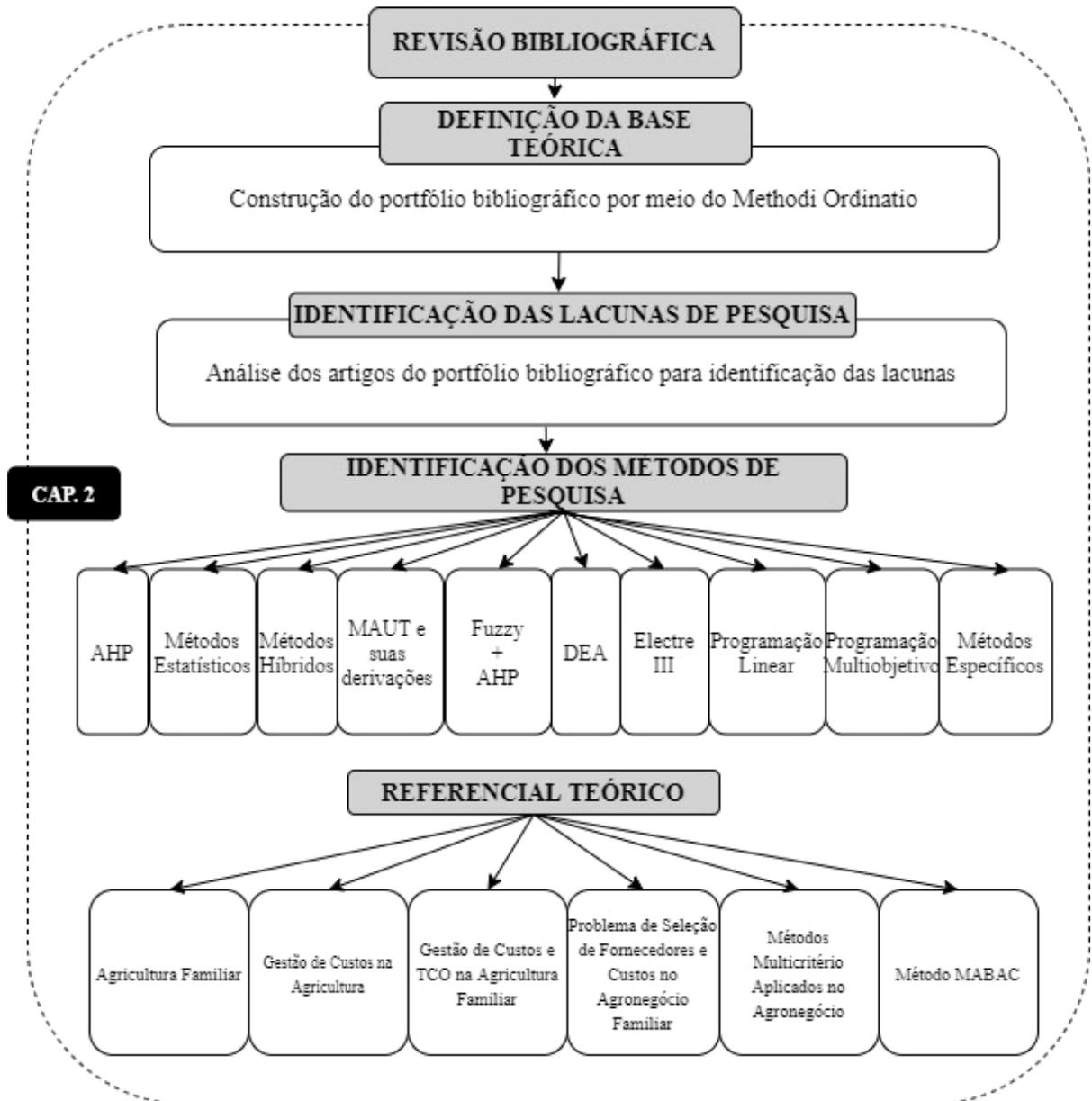
Figura 1 - Diagrama de organização da tese (parte 1)



(Continua...)

Fonte: Autoria própria (2022)

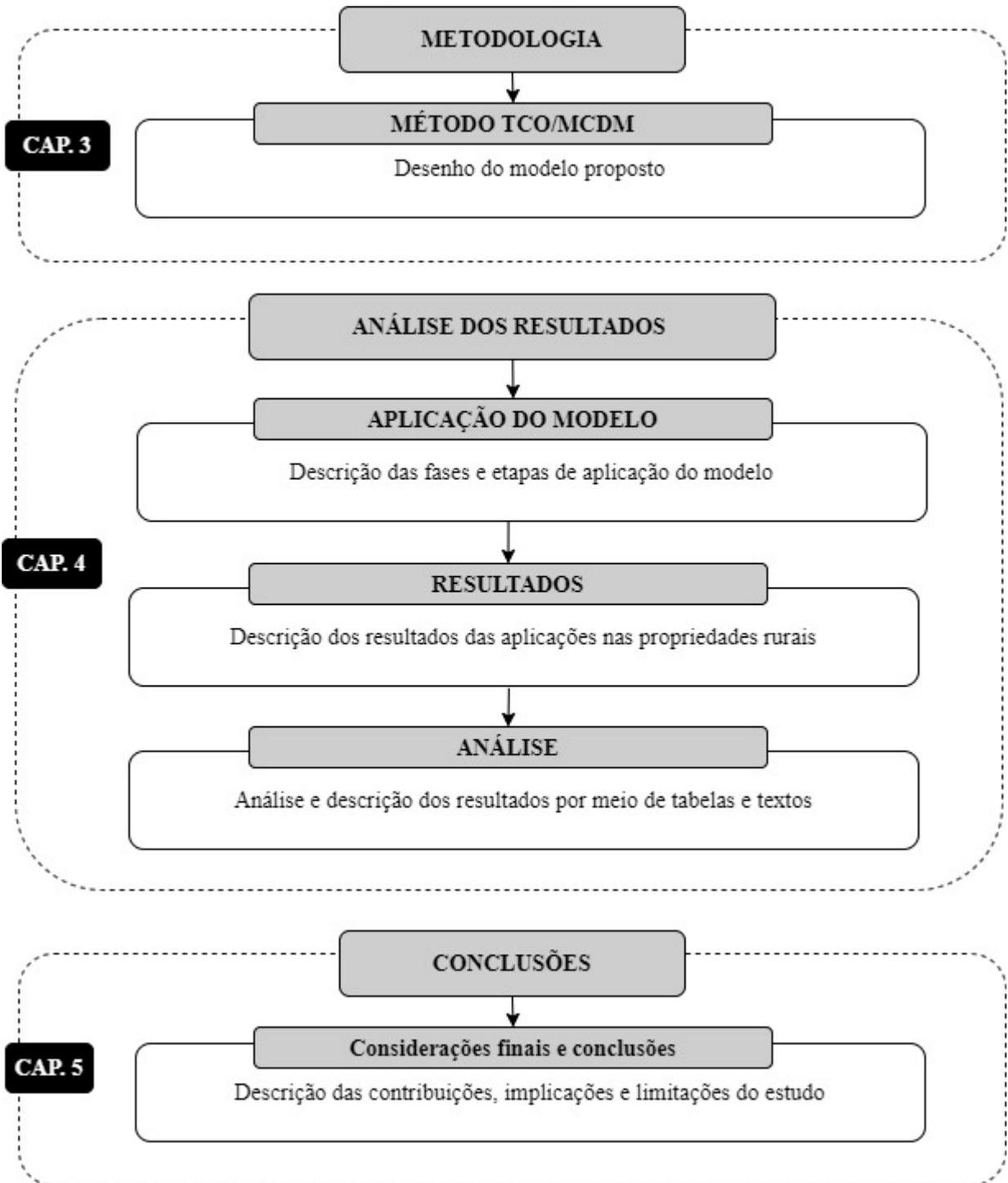
Figura 2 - Diagrama de organização da tese (parte 2)



(Continua...)

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 3 - Diagrama de organização da tese (parte 3)



Fonte: Autoria própria (2022)

Nas Figuras 1, 2 e 3 verifica-se a ilustração da organização da tese.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tanto a necessidade de modelos para gestão de custos, quanto o reconhecimento das pesquisas envolvendo a utilização de métodos multicritérios no ambiente rural, para resolução de variados problemas, são necessários para tecer um arcabouço teórico, a fim de dar sustentação a esta tese, uma vez que busca desenvolver um modelo integrando métodos multicritérios de apoio à decisão e TCO, com aplicação no agronegócio familiar. Este capítulo tem o objetivo de criar uma estrutura conceitual para levantar as discussões necessárias a fim de embasar a metodologia de construção do referido modelo.

A revisão da literatura para formulação do referencial teórico, parte da aplicação de uma pesquisa bibliográfica, que é demonstrada na seção 3.1, posteriormente é desenvolvida uma análise aprofundada para elaboração da presente seção.

2.1 Agronegócio familiar

O agronegócio familiar desempenha relevante papel na produção de alimentos em nível mundial, pois mais de 90% de todas as propriedades agrícolas do mundo são familiares, responsáveis por produzirem 80% dos alimentos de todo o mundo, em termos de valor (FAO, 2019). O agronegócio familiar é uma aliada para busca da promoção no desenvolvimento sustentável, eliminar a fome, a obesidade e desnutrição.

A gestão das propriedades rurais familiares é caracterizada pelo compartilhamento das decisões pela família, sendo a atividade produtiva agrícola a sua principal fonte geradora de renda (MAPA, 2020).

Outra característica importante é que o agricultor familiar tem uma ligação particular com a terra, pois seu ambiente de trabalho e moradia encontram-se no mesmo local. Em sua propriedade, produz alimentos para sua subsistência e também o cultivo comercial para destinação ao mercado, assim garantindo recursos destinados a investimentos nas propriedades (GÓNGORA PÉREZ; MILÁN SENDRA; LÓPEZ-I-GELATS, 2020).

Porém o agronegócio familiar está exposta a severas mudanças econômicas, políticas, sociais e ecológicas determinantes no sucesso da sua continuidade um eficiente processo de sucessão familiar (SUESS-REYES; FUETSCH, 2016). Para a garantia da permanência do jovem no campo, a agricultura necessita ser interessante economicamente, e proporcionar recursos tecnológicos para essas pessoas.

Em nível global, a FAO adotou em 2017 várias iniciativas para promover a segurança alimentar, dentre as quais, destaca-se o estabelecimento da Década Internacional do Agronegócio Familiar, desenvolvida do ano de 2019 até o ano de 2028 (FAO, 2019). Esse trabalho da FAO busca determinar que o agronegócio familiar dos países consiga dobrar, até o ano de 2030, a sua produção de alimentos, além dos salários, em especial o das mulheres.

No âmbito nacional, a Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, fixa as definições para o desenvolvimento das diretrizes de formulação da “Política Nacional do Agronegócio Familiar”, além dos critérios para a determinação desta população (CASA CIVIL, 2006). De acordo com essa legislação, é considerado agricultor ou empreendedor familiar rural todo aquele indivíduo que desempenha atividades no meio rural, e possui em sua propriedade área de até quatro módulos fiscais (oito hectares), com mão de obra composta por membros da própria família, renda oriunda do desempenho das atividades agrícolas do próprio estabelecimento rural.

No Brasil, o Censo Agropecuário de 2017 indicou que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país foram classificados como familiares, somando uma extensão de 80,9 milhões de hectares, com o emprego de aproximadamente 10 milhões de pessoas, representando 67% de todas as pessoas envolvidas na agricultura (IBGE, 2017). Com relação à produção de alimentos, a relevância do agronegócio familiar nas culturas permanentes, representa 48% do valor da produção de café e banana; já, nas culturas temporárias, representa mais de 80% da quantidade produzida de mandioca, 69% do abacaxi e 42% de todo o feijão (MAPA, 2020).

2.2 Gestão de custos na agricultura

O ambiente agrícola é dependente de fatores que vão além do seu domínio para a manutenção do sucesso e a condução das atividades inerentes (EDERER, 2015). As questões relacionadas ao clima e ao mercado são os pontos principais de fatos que interferem diretamente na produção e na rentabilidade agrícola (WAONGO; LAUX; KUNSTMANN, 2015).

Dessa forma, a gestão de custos no ambiente agrícola deve ser desempenhada de uma forma profissional e aprofundada, possibilitando o pleno entendimento de todo o contexto gerencial das atividades desempenhadas (SHARMA, 2012).

As características da produção agrícola vêm mudando nas últimas décadas, influenciadas principalmente pelo aumento da utilização de produtos agrícolas para geração energética, como os bio-combustíveis (UPTON *et al.*, 2015). Apesar deste movimento, a produção de alimentos é ainda objetivo principal da produção agrícola mundial (BARUT; ERTEKIN; KARAAGAC, 2011).

A preocupação pela garantia da segurança alimentar torna-se a base das pesquisas para o desenvolvimento de novas tecnologias de produção e de gestão, motivada principalmente pelo aumento da população mundial e a dificuldade de abertura de novas áreas para plantio (EDERER, 2015).

2.3 Gestão de custos e TCO no agronegócio familiar

O gerenciamento de custos está focado na aquisição de informações relevantes para auxiliar as partes interessadas no gerenciamento e na tomada de decisões (GOVDYA *et al.*, 2017). Assim, várias características podem ser reconhecidas na interação entre gerenciamento de custos, ambiente, pesquisa, tratamento, análise e compartilhamento de dados (THORNELOE; WEITZ; JAMBECK, 2007).

A contabilidade de custos possui duas funções importantes para obter eficiência: 1) executar o controle interno, por meio do monitoramento das despesas planejadas e realizadas; 2) auxiliar na tomada de decisão por meio da análise de informações de longo prazo (SHARMA, 2012; GOVDYA *et al.*, 2017).

O TCO vem sendo estudado desde a década de 1990, fornecendo principalmente a identificação de diferentes custos relacionados ao processo de seleção de fornecedores para a aquisição de insumos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a,b; DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000). Assim, o TCO pode ser categorizado em dimensões como aquisição, serviços, comissionamento, processo, manutenção e descarte de um produto ou serviço (ELLRAM, 1995; ELLRAM; SIFERD, 1998; RAMADAN, 2014; HEINEMANN *et al.*, 2014a).

Na prática, o TCO pode ser considerado como a soma dos custos reais e esperados para fornecimento, aquisição, transporte, instalação, propriedade, uso, manutenção, máquinas e descarte do produto, ou seja, todos os custos indicados (RENQUIST; DICKMAN; BRADLEY, 2012; CANIATO *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o TCO é uma ferramenta relevante para auxiliar no gerenciamento estratégico de custos, proporcionando eficiência na avaliação de fornecedores, permitindo uma escolha mais eficiente de suprimentos e serviços.

O uso do TCO destaca a determinação de custo que considera todo o ciclo de vida do produto, reconhecendo custos ocultos desconsiderados nas abordagens tradicionais, redução de despesas com cotação e compra de produtos. Basicamente, o TCO representa uma estimativa monetária de todos os custos relacionados, que podem ser diretos ou indiretos (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000).

O TCO é usado no processo de compra de componentes de fabricação (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a; DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000), bem como na compra de serviços em ambientes industriais (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2004; CHAWLA; KUMAR 2018).

O TCO também foi usado para analisar decisões de investimento e alternativas de equipamento, considerando todos os custos relevantes, nomeadamente os relacionados à aquisição, operação e manutenção, como por exemplo consumo de energia (BACCHETTI *et al.*, 2018).

De acordo com Scott; Burke; Szmerekovsky (2018), o TCO é a ferramenta mais abrangente para obter o custo total de insumos e serviços, no qual são considerados todos os aspectos relacionados ao ciclo de vida e aos custos de manutenção. De fato, alguns autores afirmam que o TCO provou ser uma metodologia eficiente para reconhecer todos os custos de aquisição relacionados em toda a cadeia de valor da empresa (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000).

O Quadro 1 apresenta as categorias em que os conceitos de TCO são comumente explorados, que podem ser estendidos para aplicação no agronegócio.

Quadro 1 – Contextos de aplicação do TCO

Categorias	Autores
Fornecedores e componentes	Degraeve; Roodhooft, 1999a; Degraeve; Roodhooft, 1999b; Degraeve; Labro; Roodhooft, 2000; Degraeve; Roodhooft; Doveren 2005a; Noll, 2008; Sohn; Kim; Kim, 2009; Renquist; Dickman; Bradley, 2012; Ramadan, 2014; Mochnacz <i>et al.</i> 2017.
Serviços	Degraeve; Labro; Roodhooft, 2004; Chawla; Kumar, 2018.
Equipamentos e processos	Trybula, 2006; Heinemann <i>et al.</i> , 2014a; Heinemann <i>et al.</i> , 2014b; Caniato <i>et al.</i> , 2015; Lips, 2017; Bacchetti <i>et al.</i> , 2018.

Fonte: Autoria própria (2021)

Frequentemente, os conceitos de TCO são baseados em um tripé de estratégias: 1) pode melhorar os processos de seleção e aquisição de fornecedores; 2) identifica os custos ocultos vinculados à qualidade do serviço e 3) gerencia os custos de produtos, equipamentos e processos internos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a; DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999b).

No setor agrícola, o gerenciamento de custos está essencialmente relacionado à melhor alocação de recursos financeiros na produção animal e vegetal, para aumentar a eficiência e a competitividade (SHARMA, 2012).

Existe também uma relação com o gerenciamento de custos, na tentativa de reduzir os custos de produção, a fim de aumentar a produtividade, diminuir os valores de alimentos e matérias-primas, facilitando o acesso às classes econômicas menos favorecidas (VAN DE WALLE, 2002, FAO, 2017). No entanto, o gerenciamento de custos no agronegócio pode ser influenciado por fatores externos, como clima e mercado (EDERER, 2015).

Sharafat (2016) concluiu que há uma necessidade crescente de desenvolver a contabilidade rural de maneira mais adequada para controlar as atividades agrícolas, visto que a contabilidade gerencial no ambiente agrícola fornece informações de todos os custos das atividades, fundamentais para a tomada de decisão. No entanto, Sharma (2012) afirmou que a contabilidade gerencial no agronegócio familiar não foi desenvolvida adequadamente e que pode ser uma das principais razões para a baixa produtividade e rentabilidade dessas propriedades.

Até meados da década de 2000, o uso do TCO era focado principalmente em aplicações industriais (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2004). Não foram

identificadas na literatura aplicações do TCO no agronegócio familiar. Por outro lado, estudos sobre custos no agronegócio ainda são escassos e incompletos (DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2005b; HOFMAN-CARIS *et al.*, 2019).

Lips (2017) propôs o uso do TCO para avaliar os custos do ciclo de vida de tratores para uso agrícola na Suíça. Além desse estudo mencionado anteriormente, a pesquisa de Mochnacz *et al.* (2017) também utiliza o TCO no ambiente do agronegócio, desenvolvendo um modelo que visa proporcionar uma economia significativa de custos, avaliando todos os custos incorridos na aquisição de insumos e serviços. Em seu estudo, Hofman-Caris *et al.* (2019) aplicaram o TCO para avaliar todos os custos do ciclo de vida de um sistema de captação de água da chuva em uma propriedade rural, evidenciando seus benefícios.

Shabani *et al.* (2019) desenvolveram uma metodologia baseada em Análise Envoltória de Dados (DEA) com utilização de TCO, na tentativa de reduzir a imprecisão dos dados, com algumas limitações quanto à aceitação dos gestores na aplicação do modelo. Os resultados não demonstraram economia significativa se comparado aos modelos tradicionais.

O uso do TCO no agronegócio é mais eficaz para avaliar as opções de investimento, por meio do reconhecimento de todos os custos envolvidos no ciclo de vida de insumos, bens e serviços utilizados nas fazendas (LIPS, 2017).

2.4 TCO aplicado aos problemas de seleção de fornecedores

Devido à sua importância para a gestão estratégica de custos dos negócios, os problemas de seleção de fornecedores e insumos receberam interesse na literatura, e desenvolveram-se soluções ao longo do tempo (DOGAN; AYDIN, 2011). Para resolução desses problemas, a técnica mais comum e consistente em uso para seleção e avaliação de fornecedores e insumos é o TCO (DEGRAEVE *et al.*, 2000; DEGRAEVE *et al.*, 2004; DEGRAEVE *et al.*, 2005a; ELLRAM, 1993; ELLRAM, 1995; ELLRAM; SIFERD, 1998; FERRIN; PLANK, 2002; WOUTERS *et al.*, 2005; GARFAMY, 2006; BARROS *et al.*, 2015; LIZOT; TROJAN; AFONSO, 2021).

O TCO tornou-se cada vez mais relevante, em função das organizações buscarem maneiras de melhor compreender e gerenciar seus custos na seleção de fornecedores e insumos, e manutenção da permanência destes no seu círculo de contatos (LIPS, 2017). O TCO melhora a compreensão das questões de desempenho do fornecedor e estrutura de

custos; ainda fornece dados suficientes para o desenvolvimento e melhoria destas relações (CANIATO *et al.*, 2015; BACCHETTI *et al.*, 2018).

TCO é uma abordagem que requer do comprador a definição de quais custos consideram mais importantes, ou significativos no processo de aquisição, posse e uso desses insumos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a).

O TCO pode incluir elementos além de simplesmente do preço pago pelo produto ou serviço, dentre os quais: custos de elaboração dos pedidos, custos de pesquisas, custos de transportes, custo de recebimento, custo de inspeção, e custo de descarte (DEGRAEVE *et al.*, 2000; LIZOT; TROJAN; AFONSO, 2021).

Durante o processo de seleção de um novo insumo e fornecedor, quando um comprador o seleciona pela primeira vez, pode não ter todas as informações completas e disponíveis em mãos (DOGAN; AYDIN, 2011). As dimensões e os critérios do TCO geram um diferencial para a inclusão ou exclusão de algum fornecedor no processo de cotação e seleção (LIZOT *et al.*, 2021).

2.5 Metodo AHP aplicado à estruturação de problemas de seleção de fornecedores

Os métodos multicritérios têm a característica analítica com base na decisão de aspectos quantitativos e qualitativos, os quais são adequados para resolver processos de tomadas de decisões complexas (OZTAYSI, 2014).

Neste aspecto de estruturação de problemas complexos, o AHP é um método de hierarquização que utiliza poucos dados quantitativos, comparando os indicadores e combinando análise quantitativa com qualitativa, para obter em cada índice seu respectivo peso (RAMOS *et al.*, 2020).

A atribuição do peso no método AHP ocorre em quatro etapas: a) determinação das camadas das estruturas hierárquicas; b) comparação na matriz de julgamento; c) cálculo do vetor de consistência; e d) cálculo do peso de cada indicador (CHEN, 2021). Percebe-se que o AHP é baseado em uma matriz de julgamento do decisor, que resume os resultados da comparação par a par, de acordo com os critérios estabelecidos (SAATY, 2008).

O processo de tomada de decisão para auxílio na resolução de problemas de seleção de fornecedores e insumos, envolve múltiplos critérios, visando encontrar a melhor opção a partir de um conjunto de alternativas (GOVINDAN; CHENG, 2018). Esses critérios podem ser quantitativos e qualitativos. Os critérios qualitativos não podem ser expressos em termos

numéricos com facilidade, sendo baseados em um conjunto de variáveis que se alteram (ALEXANDER *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020), enquanto as variáveis quantitativas são tratadas com o TCO neste estudo.

Estudos já abordaram a utilização do AHP na seleção e avaliação de fornecedores, como Park e Lee (2018), quando realizaram o processo de avaliação de fornecedores no qual o AHP é usado para classificar a função de importância, em um conjunto de 63 fornecedores de uma indústria automobilística coreana, para posterior seleção. Também, na indústria automotiva Jain *et al.* (2018) desenvolveram uma abordagem de tomada de decisão multicritério compreendendo AHP aplicado à seleção de um fornecedor de insumos.

No estudo de Yang *et al.* (2009) foi utilizado o AHP para realizar a mensuração de aspectos dos fornecedores, de acordo com critérios de desempenho da literatura e de um questionário aplicado à especialistas. Posteriormente, determinou-se o peso de cada critério para gerar o modelo de desempenho para sistemas de manufatura. Já o estudo de Ramos *al.* (2020), usou o AHP para determinar o índice de seleção para diferentes alternativas consideradas, para um problema de processo de seleção de equipamentos.

A avaliação e seleção dos fornecedores desempenha um papel fundamental na configuração da cadeia de abastecimento, pois oportunidades e ameaças estão associadas as alternativas de fornecimento no contexto das propriedades rurais familiares (FAROOQ; O'BRIEN, 2015). O método AHP mostra-se eficiente para desempenhar esse auxílio nos problemas de seleção de fornecedores e insumos (RAMOS *et al.*, 2020).

2.6 TCO integrado com métodos multicritérios nos problemas de seleção de fornecedores

Pela relevância desempenhada na gestão estratégica de custos dos negócios, o problema de seleção de fornecedores e insumos recebeu interesse tanto na literatura científica quanto na indústria e agricultura (DOGAN; AYDIN, 2011). Alguns modelos e estudos foram desenvolvidos para as empresas, com o objetivo de diminuir custos de aquisição de insumos e tornar seus sistemas produtivos mais competitivos.

Esses modelos citados evidenciam a utilidade de métodos multicritérios e métodos contábeis como o Custo Total de Propriedade. Os resultados obtidos por meio destas interações são relevantes para a resolução de problemas de seleção de fornecedores e insumos (RADULESCU; RADULESCU, 2020).

A avaliação e seleção de fornecedores realizada pelos decisores tem se tornado foco de análises conceituais e empíricas, com o objetivo de proporcionar a esses negócios cada vez mais vantagens competitivas, principalmente no meio rural (KAYA; YET, 2019). A diminuição dos custos das compras de insumos, e o aumento nas relações de confiança entre os fornecedores e compradores são os principais pontos buscados (YANG; CHEN, 2019).

Corroborando com essa ideia Kellner, Lienland e Utz (2019) indicam que os negócios com uma abordagem estratégica diferenciada, em sua cadeia de suprimentos, estão mais envolvidos com a seleção dos fornecedores do que outros negócios, sendo determinante para as pequenas propriedades rurais familiares.

Diante da complexidade de aspectos monetários e não monetários, necessários para a tomada de decisão, mostra-se uma maneira eficiente para resolução dos problemas de seleção de fornecedores e de insumos, a combinação do consórcio do TCO (avaliando os critérios monetários) e métodos multicritérios (avaliando todos demais critérios de preferências dos decisores) (BHUTTA; HUQ, 2002; DOGAN; AYDIN, 2011; RADULESCU; RADULESCU, 2020). Assim, é necessário o desenvolvimento de modelos integrados, para resolução de problemas que considerem vários aspectos (RAMOS *et al.*, 2020).

Neste sentido, verificou-se que Viana e Alencar (2012) realizaram uma revisão de literatura para identificar os principais métodos utilizados para resolução de problemas de seleção de fornecedores e insumos. Dentre os resultados encontrados deste estudo, destacaram-se como mais eficientes os métodos multicritérios, por auxiliar o decisor a avaliar de maneira sistemática um conjunto de alternativas, em relação a vários critérios. Ainda no mesmo estudo, os autores citam o TCO como um método que incorpora todos os custos mensuráveis incorridos durante o ciclo de vida do item avaliado, corroborado também com a definição de Ellram (1995) e Degraeve e Roodhooft (1999a).

A aliança de ambas as abordagens vai além de observar os detalhes óbvios do processo, porque integra vários problemas na avaliação e seleção, somando forças para resolução destas deficiências (KAYA; YET, 2019). O TCO tem a característica de manter maior foco nas questões de preços, e ignora os aspectos qualitativos, os quais são muito bem considerados pelos métodos multicritérios (RAMOS *et al.*, 2020; KELLNER; LIENLAND; UTZ, 2019).

Dentre os métodos multicritérios utilizados para a resolução de problemas de seleção de fornecedores e insumos, destacam-se os métodos de classificação e hierarquização (RAMOS *et al.*, 2020; ERSOY; DOGAN, 2020). Os métodos de hierarquização são

ferramentas de eleição de preferência apropriadas em situações de tomada de decisão, quando aspectos quantitativos e qualitativos necessitam ser considerados (NGUYEN, 2021). No Quadro 2, verificam as principais características dos métodos multicritérios e TCO aplicados na resolução de problemas de seleção de fornecedores e insumos.

Quadro 2 – Características do TCO e Métodos multicritérios aplicados aos problemas de seleção de fornecedores

Características	Multicritério	TCO
Procedimento	Pode utilizar escalas hierárquicas de proporção para integrar e comparar os pares, a síntese indica a melhor decisão.	Vai além do preço de compra por incluir todos os outros custos relacionados à compra.
Situações de tomada de decisão	Prioriza a tomada de decisão com fatores intangíveis, junto com aspectos intuitivos, qualitativos, quantitativos e racionais.	Seleção de fornecedores, bem como avaliação de fornecedores e insumos.
Vantagens	Utilizado na comparação de critérios além de aspectos individuais dentro de cada um dos critérios.	Fornecer uma avaliação e seleção quantitativa clara, mudando o foco do custo de compra para o custo total. Auxilia na identificação dos custos que, podem permanecer ocultos.
Desvantagens	Requer enumerações de todos os problemas e intenso envolvimento da gestão de forças.	Requer amplo rastreamento e manutenção dados de custos, além da mudança cultural.
Categorias de avaliação de fornecedores	Desempenho, capacidade, estrutura de negócios, qualidade.	Monetário.
Aplicação	Metas com múltiplos conflitos, seleção de fornecedores e insumos com base em vários fatores, quando o preço por si só não é o fator determinante da seleção de fornecedores.	Avaliação de fornecedores, bem como seleção, quando o custo é fator determinante.

Fonte: Adaptado de Bhutta & Huq (2002) e Lizot; Trojan; Afonso (2021)

Verifica-se no Quadro 2 que o TCO fornece dados consistentes para minimizar os problemas de seleção de fornecedores e insumos, melhora a qualidade das comparações de desempenho entre fornecedores ao longo do tempo (SHABANI *et al.*, 2019). Os métodos multicritérios são ferramentas flexíveis, pois a sua modelagem pode utilizar um grande conjunto de critérios de avaliação e seleção, tanto quantitativos, quanto qualitativos (NGUYEN, 2021).

2.7 Problema de seleção de insumos e custos no agronegócio familiar

De acordo com Degraeve; Roodhooft; Doveren (2005a), alguns modelos de seleção de insumos geralmente são simplistas, subjetivos e incompletos. A maioria deles se concentra

em uma técnica de programação linear ou média ponderada, ou ainda, utiliza métodos como o AHP (*Analytical Hierarchy Process*) e / ou DEA (*Data Envelopment Analysis*).

No entanto, com um elevado número de fornecedores a serem analisados, o AHP deve ser melhor estruturado para estabelecer corretamente as preferências e o *ranking* das alternativas mais comprometidas para a meta. Além disso, esses modelos estão basicamente focados no *ranking* de fornecedores, considerando a aquisição de insumos essenciais para os compradores (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a; DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999b; DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000; DEGRAEVE; ROODHOOFT; DOVEREN 2005a; NOLL, 2008, SOHN; KIM; KIM, 2009, RENQUIST; DICKMAN; BRADLEY, 2012, RAMADAN, 2014).

A falta de uso de bons métodos de gerenciamento de custos torna o agronegócio familiar menos competitivo (FISHER, 2012; SHARMA, 2012; SHARAFAT, 2016). No agronegócio familiar, os proprietários geralmente se concentram em atividades operacionais e básicas, sem ferramentas suficientemente disponíveis para apoiar a tomada de decisões, comprometendo a lucratividade dos negócios.

O processo de seleção de insumos e fornecedores desempenha um papel especial na redução de custos no contexto agrícola. Escolhas menos eficientes podem causar problemas financeiros que impactam negativamente na estrutura das propriedades rurais familiares (SHARMA, 2012).

Existem vários problemas no agronegócio familiar, como o uso de ativos específicos, sazonalidade da produção, produtos perecíveis, variabilidade na qualidade da produção, pequena escala produtiva e riscos dos monopólios da agroindústria (OPITZ *et al.*, 2019; SI *et al.*, 2019).

Esses problemas não são completamente resolvidos pelo uso de métodos tradicionais de custeio. Existem diferenças relacionadas aos custos de aquisição, recepção, propriedade, uso, comportamento de compra e descarte, que exigem o uso de ferramentas específicas de suporte à decisão adaptadas a cada cenário.

2.8 Métodos multicritérios aplicados ao agronegócio

Os métodos multicritérios têm sido utilizados amplamente para resoluções de problemas envolvendo otimizações matemáticas, com o objetivo de analisar decisões com

múltiplos objetivo de classificar as variadas opiniões dos decisores envolvidos no processo (COLLINS; STEINER; RUSHMAN, 2001, KAIM; CORD; VOLK, 2018).

Os métodos multicritérios são capazes de tratar os problemas de gestão de recursos na agricultura, de maneira mais realista e eficiente (HAYASHI, 2000). Pois, esses problemas de caráter econômico, consistem em múltiplos objetivos, na maioria das vezes conflitantes (ANTOINE; FISCHER; MAKOWSKI, 1997; FONTANA *et al.*, 2013).

A análise multicritério é uma metodologia que avalia alternativas e critérios para diferentes grupos de partes interessadas (TAEFI *et al.*, 2016). A principal vantagem dessa metodologia é o reconhecimento de critérios qualitativos, difíceis de medir, além de fornecer a integração entre diversas áreas, considerando alternativas que podem ser selecionadas ou classificadas, a fim de otimizar o processo de tomada de decisão (TSOUKIA'S, 2008; TROJAN; MORAIS, 2015).

Geralmente, os métodos multicritérios incorporam três aspectos distintos relacionados às preferências dos decisores (ROY, 1996), com possibilidade de considerar vários pontos de vista agregados em uma única análise.

A resolução de problemas com vários objetivos requer um procedimento sistematizado. A caracterização dos resultados em um conjunto de alternativas decorrentes de comparações pareadas entre múltiplas alternativas é o foco principal do método (ROY, 1996; CASTRO SILVA; FONTES; BARBOSA, 2015).

Segundo Tsoukia's (2008) e Komeleh *et al.* (2011), as metodologias multicritérios são aderentes às aplicações no setor agrícola e particularmente apropriadas para auxiliar o agronegócio familiar (KAIM; CORD; VOLK, 2018).

Alguns desses estudos têm como foco priorizar atividades de produção, eficiência energética e reutilização de recursos (KOMELEH *et al.*, 2011). Outros usam modelos de decisão multicritério para alocar áreas agrícolas para plantio (KAIM; CORD; VOLK, 2018) e otimizar a economia de combustível em caminhões pesados, usando o TCO como uma das ferramentas para avaliação (FRIES; KRUTTSCHNITT; LIENKAMP, 2018).

Fagioli *et al.* (2017) apresentam uma metodologia para agregar indicadores em uma estrutura de avaliação, a fim de validar o nível de multifuncionalidade em toda a cadeia de valor do azeite, utilizando o método multicritério ELECTRE III. Louwagie *et al.* (2012) avaliaram a pegada ambiental na produção de pastagens para gado leiteiro e bovino usando métodos multicritérios.

García *et al.* (2014) utilizaram o método AHP para avaliar a localização ideal de armazéns agroalimentares por meio de um estudo de caso de um armazém de distribuição de bananas. Oliveira *et al.* (2016) também utilizaram o método AHP para hierarquizar os sistemas de produção de leite em relação à sua sustentabilidade, por meio de uma análise de cluster, considerando 92 produtores de leite.

Castro Silva; Fontes; Barbosa (2015), propuseram um modelo de tomada de decisão baseado no método PROMETHEE II para fornecer alternativas viáveis para melhorar o gerenciamento organizacional na produção e comercialização do cultivo de frutas. Hall; Mcvittie; Moran (2004) aplicaram o método AHP para avaliar as evidências de políticas públicas no setor agrícola, reconhecidas pela população.

Dependendo da complexidade apresentada pelo problema, uma combinação híbrida de métodos, envolvendo análise multicritério, pode contribuir significativamente para integrar fases importantes na seleção de opções apropriadas em um processo de tomada de decisão (FETANAT; KHORASANINEJAD, 2015). Essa metodologia é representada por um processo de avaliação, escolha e priorização de alternativas, levando em consideração vários critérios de maneira clara e explícita (TROJAN; MORAIS, 2015).

Os métodos multicritérios proporcionam uma abordagem estrutural clara e formal para identificar melhores alternativas por meio da análise e cálculo da importância relativa dos diferentes critérios e o desempenho destes a partir dos pesos definidos pelos especialistas envolvidos (ISKROV; MITEVA-KATRANZHEVA; STEFANOV, 2016).

A classificação dos métodos multicritérios podem ser fornecidas de diferentes formas. Para Belton; Stewart (2002), a melhor forma de categorização é a divisão em três categorias: a) métodos de mensuração de valor, e b) modelos de superação, e c) métodos com nível de referência. Outros autores classificam os métodos de maneira distinta, como a definição de Malczewski (1999), em métodos de tomada de decisão com múltiplos atributos, chamados de “MADM” e tomada de decisão multi-objetivo, chamados de “MODM”.

O dinamismo dos métodos multicritérios pode ser verificado no potencial de ser um modelo que utiliza muitas técnicas de apoio à decisão, divididas em métodos qualitativos, quantitativos e integrados (KAIM; CORD; VOLK, 2018). No processo de alocação de recursos, destacam-se os métodos quantitativos. Os modelos multicritério e as técnicas matemáticas de otimização utilizam dados numéricos para avaliar uma extensa quantidade de alternativas para compor a melhor decisão.

Com relação às técnicas e aos métodos multicritérios existentes, podem-se destacar dois grupos: primeiro, os modelos aditivos com um único critério de síntese, a exemplo do AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e o MAUT (*Multiple Attribute Utility Theory*) e por segundo, o grupo dos modelos de sobre classificação, como exemplo o ELECTRE e o PROMETHEE (GUARNIERI; TROJAN, 2019; THESARI; LIZOT; TROJAN, 2021). A origem destas metodologias provém de autores das escolas europeias e americanas, as quais são o MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*) e o MCDA (*Multicriteria Decision Aid*).

Os estudos atuais utilizando modelos multicritério (KAIM; CORD; VOLK, 2018; FAGIOLI *et al.*, 2017) mantém o foco na priorização da alocação de atividades de produção. Estudos com abordagem em modelos de custos para o agronegócio estão mais presentes em pesquisas que objetivam a eficiência energética utilizando métodos alternativos de reaproveitamento (COBULOGLU; BÜYÜKTAHTAKIN, 2015; NIKAS; SOTIROPOULOS; XYDIS, 2018).

Os métodos multicritérios são aplicados para resolução de alguns problemas no agronegócio. De Luca *et al.* (2017) realizaram uma análise na literatura sobre o uso de MCDM integrado com Ciclo de Vida (LC) aplicados na agricultura, e sua discussão apresentou os métodos mais utilizados para essa integração.

Na pesquisa de Fagioli *et al.* (2017), avaliou-se uma cadeia agroalimentar do azeite de oliva, do produtor rural até o seu consumo, utilizando a Avaliação de Critérios Múltiplos (MCDM) além da metodologia ELECTRE III para avaliação dos indicadores, focando nas atividades que possam agregar valor ao produto ou ao processo.

Já Louwagie *et al.* (2012) avaliam a pegada agroambiental na produção de pastagens para a pecuária leiteira e de corte, utilizando modelos multicritério para avaliação. Outras abordagens indicam a solução de localização de armazéns de estocagem (GARCÍA *et al.*, 2014, ESSIEN; DZISI; ADDO, 2018) e um tema em destaque é gestão dos recursos hídricos, para irrigação, consumo animal e humano (BERBEL; GÓMEZ-LIMÓN, 2000; GÓMEZ-LIMÓN; RIESGO, 2004; MONTILLA-LÓPEZ; GÓMEZ-LIMÓN; GUTIÉRREZ-MARTÍN, 2018; FAVRETTO *et al.*, 2016; SINGH; JHA; CHOWDARY, 2018; MIAO; GONÇALVES; PEREIRA, 2018).

Outros estudos revisaram a forma de aplicação da análise multicritério à agricultura. Dillon e Perry (1977) explicaram a aplicação do MAUT para resolução de problemas quanto à avaliação de novos projetos rurais. Já em seu estudo, Romero; Rehman (1987) revisaram as

aplicações das técnicas MCDM para gestão de recursos naturais no desempenho das atividades agrícolas.

No seu estudo, Pétry (1990) analisou as técnicas MCDM para auxiliar os decisores no planejamento e na elaboração de políticas relacionadas ao desenvolvimento rural. Rehman; Romero, (1993) apresentaram os aspectos teóricos e práticos da aplicação de técnicas MCDM para resolução de problemas relacionados a alocação de recursos no meio rural. O estudo de Hayashi (2000) abordou por meio de uma revisão crítica os principais métodos MCDM utilizados para o auxílio na alocação de recursos na agricultura, porém não destacou as lacunas de pesquisas presentes nesta temática.

Estes estudos anteriores não discutiram com atenção os benefícios e as oportunidades da aplicação de cada método utilizado no ambiente agrícola. Além do mais, a atualização das tendências da utilização dos métodos MCDM na agricultura deve ser considerada e exposta para o desenvolvimento de futuras pesquisas (HAYASHI, 2000).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresentam-se os métodos aplicados para a construção do modelo objeto da presente tese, além da aplicação do questionário para definição dos critérios e pesos, construção e aplicação do modelo e análise dos resultados.

3.1 Definição da base teórica

Para definir as bases para a pesquisa, foi realizado um levantamento no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), selecionando-se as bases das áreas de conhecimento em: Engenharia de Produção, Ciências Sociais Aplicadas e Multidisciplinares, a fim de compreender todas as áreas relacionadas com o tema da presente tese.

Após a identificação das bases constantes nessas áreas do conhecimento, encontraram-se: 156 bases em Engenharia de Produção, 249 em Ciências Sociais Aplicadas e 273 Multidisciplinares (algumas bases apresentam-se em mais de uma área do conhecimento).

Assim, foram eliminadas as bases que não disponibilizavam sistemas de buscas com capacidade de utilização de expressões booleanas, nos campos: título, resumo e palavras-chave. Também foram descartadas as bases que não permitiram a exportação dos resultados para *softwares* de gerenciamento bibliográficos.

Realizadas as exclusões por meio das limitações pré-determinadas, ainda foram excluídas seis bases por restrição no *download* dos artigos. Por fim, as bases aptas foram: *Emerald*, JSTOR, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*.

Existem vários métodos de pesquisa que podem ser usados para definição de um portfólio bibliográfico, dentre eles: *Management System of the Central Research Institute* (MSCRI) (VINKLER, 1986), *The Cochrane Collaboration* (Nightingale, 2009), *Proknow-C* (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012), *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015).

O método de intervenção utilizado para desenvolvimento da presente pesquisa, a fim de obter o portfólio bibliográfico, foi o *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015), por ser mais recente e criado no contexto da engenharia de produção e ciências sociais aplicadas. Esse método utiliza nove etapas estruturadas para localizar um conjunto de estudos que formem um portfólio bibliográfico vinculado a um tema de pesquisa,

possibilitando priorizar por meio de pesos, o ano de publicação ou o fator de impacto da publicação.

O *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015) é composto por nove fases de aplicação, descritas a seguir:

1- Estabelecendo a intenção de pesquisa. O presente estudo partiu da indagação de pesquisa: “De que maneira identificar as lacunas e as possibilidades de desenvolvimentos futuros por meio da revisão de modelos multicritérios utilizados na gestão de recursos do agronegócio?”;

2- Pesquisa preliminar exploratória com palavras-chave em bases de dados: Nesta etapa, realizou-se uma busca prévia nas cinco bases de dados. Os filtros de busca deram-se: na opção “tópico”, ou seja: no título, resumo e palavras-chaves, além da determinação do horizonte temporal da pesquisa, o período ilimitado para busca de resultados em todas as bases;

3- Definição e combinação de palavras-chave: Para a realização da busca nas bases de dados selecionadas, é necessária a definição dos eixos e palavras-chaves de pesquisa. Os eixos de pesquisa foram definidos como: Agricultura e MCDM. Esses dois eixos foram suficientes para definição do arcabouço inicial de pesquisa, pois a metodologia prevê etapas posteriores de identificação de lacunas de pesquisa.

Após definiram-se as palavras-chaves, as quais geraram dez combinações de buscas, conforme demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Eixos, palavras-chaves e resultados de busca nas bases

<i>Agriculture</i>	<i>O.B.</i>	<i>MCDM</i>	<i>Bases</i>				
			<i>Scopus</i>	<i>Emerald</i>	<i>JSTOR</i>	<i>Science Direct</i>	<i>WOS</i>
Agribusine*	AND	MCDM	1	0	1	0	0
Agricultur*	AND	MCDM	10	10	8	0	13
Tillage	AND	MCDM	0	2	0	19	0
Farm*	AND	MCDM	11	7	6	256	12
Ranch	AND	MCDM	0	0	0	10	0
Agribusine*	AND	Multicriteria	1	5	5	0	0
Agricultur*	AND	Multicriteria	94	36	86	2	64
Tillage	AND	Multicriteria	1	10	4	67	1
Farm*	AND	Multicriteria	68	23	58	596	71
Ranch	AND	Multicriteria	0	0	1	27	0
			186	93	169	977	161

Fonte: Autoria própria (2021)

Para a realização da pesquisa, as palavras-chaves foram transcritas para a língua inglesa, e configuradas aos padrões usuais de pesquisa. Desta etapa resultou em um portfólio bibliográfico bruto de 1.586 artigos, conforme demonstrado no Quadro 3.

4- Procura final nas bases de dados: Nesta fase, utilizou-se o *software* de gerenciamento bibliográfico *Mendeley*.

O Quadro 3 evidencia, além da formação da estratégia de pesquisa, o resultado numérico da busca dos artigos por base de dados e por cruzamento de palavras. Logo a busca partiu de dois eixos de pesquisa: *Agriculture* e MCDM; a partir da fixação desses eixos, definiram-se cinco e duas palavras-chaves respectivamente, gerando dessa forma dez combinações de buscas. Foram extraídos os resultados das buscas das combinações das palavras-chaves nas cinco bases de dados selecionadas.

A fim de maximizar o retorno de artigos das buscas nas bases de dados, utilizou-se o operador booleano “*and*”, o qual considera a junção de todas as palavras para encontrar o resultado desejado, e também o caractere “***” para cobrir as variações de escrita das palavras-chaves.

5- Procedimentos de filtragem: Nesta etapa realizou-se a verificação dos artigos repetidos, excluindo-se 732 artigos, restando 854 artigos não repetidos. Após, realizou-se a leitura dos títulos dos artigos, excluindo-se 620, restando 234 artigos alinhados com o tema;

6- Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações: Depois da extração dos dados do portfólio bibliográfico para uma planilha eletrônica, pesquisou-se o fator de impacto nos portais: *SCImago Journal Rank* (SJR) e *Journal Citation Report* (JCR), além do número atual de citações do artigo pesquisado no portal Google Acadêmico;

7- Classificando os artigos por meio da equação *InOrdinatio*: Após transferidos os dados da etapa 6 para a planilha eletrônica, foi aplicada a equação *InOrdinatio*, conforme demonstrado na equação 01:

$$InOrdinatio = \left(\frac{IF}{1000} \right) + \alpha * [10 - (RY - PY)] + (\sum Ci) \quad (01)$$

Onde:

IF: Fator de Impacto;

RY: Ano da Pesquisa;

Py: Ano de Publicação;

Ci: Número de citações.

Com a aplicação da equação, classificou-se o resultado desta em ordem decrescente do fator *InOrdinatio*, utilizando como ponto de corte para análise dos artigos, o fator *InOrdinatio* maior que 50, resultando em 43 artigos;

8- Encontrar os artigos completos: Depois da aplicação da etapa 7, realizou-se o *download* dos 43 artigos identificados na etapa anterior;

9- Leitura final dos trabalhos: Nesta etapa, os 43 artigos pertencentes ao portfólio bibliográfico demonstrado na Tabela 1, foram lidos integralmente, estando aptos para serem objeto da análise sistêmica.

Tabela 1 - Portfólio bibliográfico final

Artigos	Fator de Impacto	Número de Citações	Ano	In Ordhinatio
Mendoza; Martins, 2006	3,064	605	2006	585
Hansen, 1996	2,571	551	1996	431
Eakin; Bojórquez-Tapia, 2008	3,507	243	2008	243
Andrews, Carroll, 2011	4,314	290	2001	220
Binder; Feola; Steinberger, 2010	3,094	197	2010	217
Van de Walle, 2002	2,848	266	2002	206
Hall; Mcvittie; Moran, 2004	2,38	232	2004	192
Berbel; Gómez-Limón, 2000	2,848	265	2000	185
Bergmann, Colombo; Hanley, 2008	2,965	176	2008	176
Bartolini <i>et al.</i> , 2007	2,571	172	2007	162
Gómez-Limon; Riesgo, 2004	1,758	200	2004	160
Hayashi, 2000	3,297	210	2000	130
Borin <i>et al.</i> , 2010	3,757	109	2010	129
Bergez <i>et al.</i> , 2010	3,757	108	2010	128
Garibaldi <i>et al.</i> , 2017	15,268	36	2017	126
Dantsis <i>et al.</i> , 2010	3,898	102	2010	122
García <i>et al.</i> , 2014	2,201	61	2014	121
Santé-Riveira; Crescente; Miranda, 2008	2,201	119	2008	119
Veysset; Lherm; Bébin, 2010	2,571	90	2010	110
Pelzer <i>et al.</i> , 2012	3,898	69	2012	109
De Luca <i>et al.</i> , 2017	4,9	18	2017	108
Meynard <i>et al.</i> , 2017	2,571	17	2017	107
Sánchez-Zamora; Gallardo-Cobos; Ceña-Delgado, 2014	2,38	46	2014	106
Gude; Hansen; Jones, 2007	4,314	115	2007	105
De Luca <i>et al.</i> , 2015	5,715	4	2018	104
Montilla-López; Gómez-Limón; Gutiérrez-Martín, 2018	2,848	4	2018	104
Cobuloglu; Büyüktaktakin, 2015	3,928	33	2015	103
Kaim; Cord; Volk, 2018	4,404	2	2018	102
Moran <i>et al.</i> , 2007	2,965	112	2007	102

Artigos	Fator de Impacto	Número de Citações	Ano	In Ordhinatio
Singh; Reed; Keller, 2015	2,842	32	2015	102
Reidsma <i>et al.</i> , 2018	2,571	2	2018	102
Favretto <i>et al.</i> , 2016	4,072	21	2016	101
Marchand <i>et al.</i> , 2014	2,842	41	2014	101
Vial <i>et al.</i> , 2018	2,356	1	2018	101
Nikas; Sotiropoulos; Xydis, 2018	0,813	1	2018	101
Inkoom <i>et al.</i> , 2018	4,01	0	2018	100
Singh; Jha; Chowdary, 2018	3,898	0	2018	100
Essien; Dzisi; Addo, 2018	2,201	0	2018	100
Miao; Gonçalves; Pereira, 2018	0,548	0	2018	100
Fagioli <i>et al.</i> , 2017	3,898	9	2017	99
Lips, 2017	1,930	1	2017	91
Louwagie <i>et al.</i> , 2012	3,898	15	2012	55

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 1 demonstra-se o portfólio bibliográfico final, apresentando também o fator de impacto, número de citações, ano de publicação e por meio do cálculo, o índice *InOrdhinatio*.

3.2 Identificação das lacunas de pesquisa

O portfólio final, composto por 43 artigos, foi submetido a um conjunto de análises. Primeiramente, foi realizada uma análise aprofundada das lacunas de estudo existentes na temática, indicadas pelos autores. Posteriormente a isso, foram identificados os métodos utilizados para resolução dos problemas nos artigos analisados.

A identificação das lacunas presentes nos estudos permite formar uma base conceitual para futuras pesquisas, auxiliando os pesquisadores nas etapas iniciais de localização de oportunidades de estudo. Os temas presentes nas oportunidades identificadas apresentam elevada relevância no contexto da produção agrícola de alimentos.

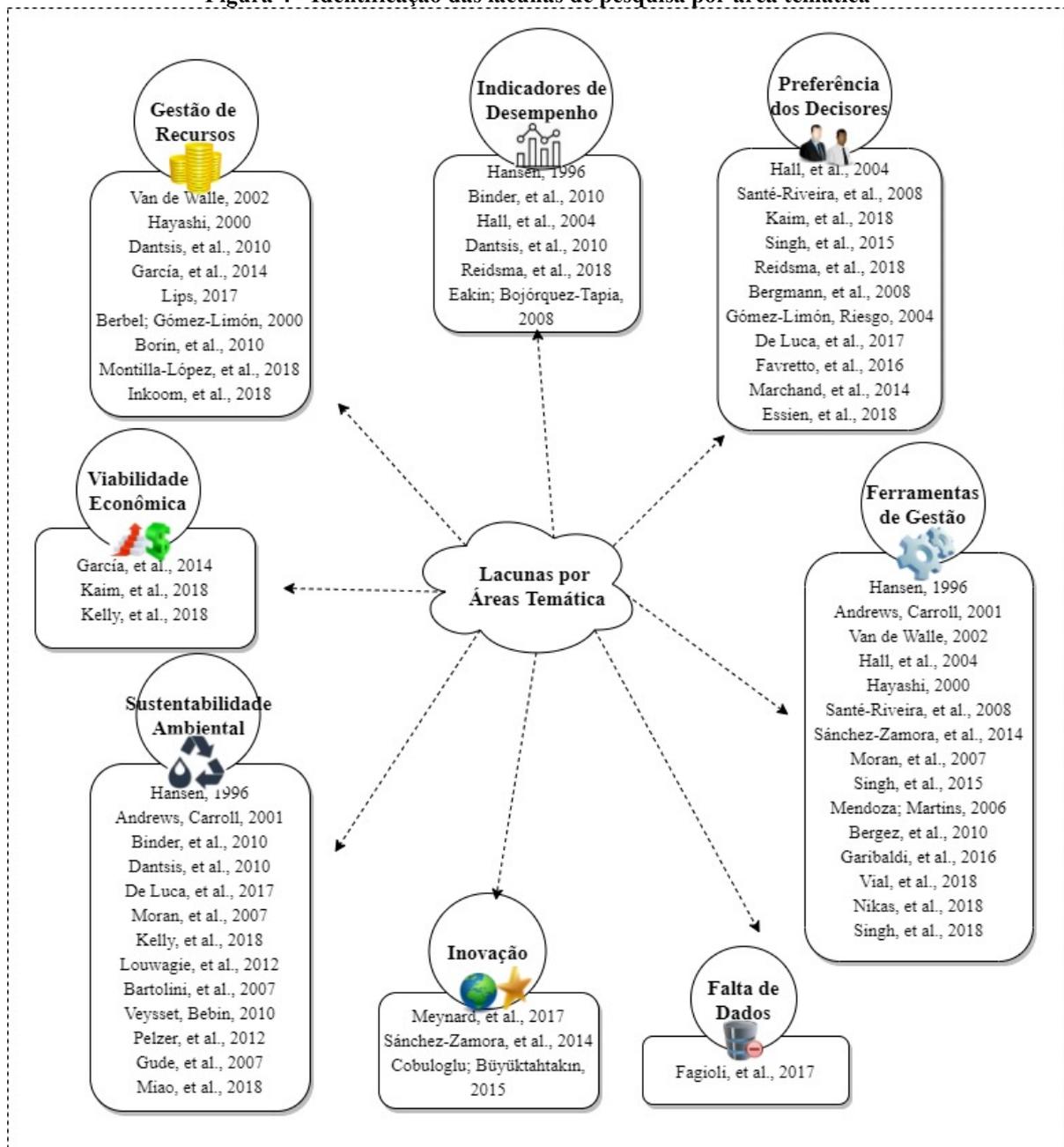
A análise da identificação das lacunas de pesquisa presentes nos artigos do portfólio bibliográfico final está demonstrada no Apêndice B. A partir desta análise foram evidenciadas as lacunas identificadas, as soluções sugeridas pelos autores e uma breve discussão a respeito dos conteúdos das pesquisas. Os dados presentes no Apêndice B proporcionam subsídios para o desenvolvimento de novos problemas de pesquisa, por serem atuais e demonstrarem necessidades tempestivas frente a um cenário em constante movimento. Alguns estudos analisados não sugerem soluções de forma explícita (MORAN *et al.*, 2007; DE LUCA *et al.*,

2017; LIPS, 2017; LOUWAGIE *et al.*, 2012), porém todos identificam as lacunas de maneira ampla e direcionada para uma discussão aprofundada a respeito das mesmas.

A identificação das lacunas permite formar um arcabouço de possibilidades para o desenvolvimento de novas pesquisas, facilitando futuros trabalhos ao identificar os limites já percorridos por pesquisas anteriores. Outro fato gerador de informações relevantes é a identificação das soluções sugeridas pelos autores de cada um dos estudos analisados.

Na Figura 4, as lacunas identificadas são apresentadas por linhas temáticas, auxiliando a visualização e o entendimento dos pesquisadores interessados. Esse esquema parte da apresentação analítica das lacunas encontradas, condensado em linhas temáticas, aplicadas ao ambiente rural.

Figura 4 - Identificação das lacunas de pesquisa por área temática



Fonte: Autoria própria (2021)

Os estudos que apresentaram lacunas de pesquisa foram separados por área temática, com oito assuntos distintos. A “ausência de ferramentas de gestão” destaca-se como área temática que mais apresentou lacunas, presentes em quinze estudos, seguida da área temática “sustentabilidade ambiental”, em treze estudos. O tema “preferência dos decisores” encontra-se também em treze estudos, seguido pelo tema “gestão de recursos” com lacunas presentes em nove estudos.

Outras áreas temáticas possuem menos lacunas de pesquisa: “avaliação de indicadores” em seis estudos, “viabilidade econômica” e “inovação na agricultura” com

lacunas identificadas em três artigos, e por último a temática “falta de dados” com lacunas em um estudo.

Dentre as lacunas identificadas em cada um dos estudos analisados, destacam-se:

1) oportunidades de pesquisa na área da sustentabilidade rural (HANSEN, 1996; MORAN *et al.*, 2007; BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010; DANTSIS *et al.*, 2010; LOUWAGIE *et al.*, 2012; SINGH; REED; KELLER, 2015; DE LUCA *et al.*, 2017; BARTOLINI *et al.*, 2007; VEYSSET; LHERM; BÉBIN, 2010; PELZER *et al.*, 2012; GUDE; HANSEN; JONES, 2007 e MIAO; GONÇALVES; PEREIRA, 2018);

2) gestão de recursos e no desenvolvimento econômico das atividades nas propriedades rurais (VAN DE WALLE, 2002; HALL; MCVITTIE; MORAN, 2004; DANTSIS *et al.*, 2010; GARCÍA *et al.*, 2014; LIPS, 2017; KAIM; CORD; VOLK, 2018; KELLY *et al.*, 2018; REIDSMA *et al.*, 2018; BERBEL; GÓMEZ-LIMÓN, 2000; BORIN *et al.*, 2010; MONTILLA-LÓPEZ; GÓMEZ-LIMÓN; GUTIÉRREZ-MARTÍN, 2018 e INKOOOM *et al.*, 2018).

Outras lacunas podem ser elencadas, relacionadas com a inovação nos sistemas agroalimentares (SÁNCHEZ-ZAMORA; GALLARDO-COBOS; CEÑA-DELGADO, 2014; MEYNARD *et al.*, 2017; COBULOGLU; BÜYÜKTAHTAKIN, 2015), dos mecanismos para auxílio na tomada de decisão (HAYASHI, 2000; ANDREWS; CARROLL, 2011; SANTÉ-RIVEIRA; CRESCENTE; MIRANDA, 2008; SINGH; REED; KELLER, 2015; FAGIOLI *et al.*, 2017; BERGMANN, COLOMBO; HANLEY, 2008; GÓMEZ-LIMÓN; RIESGO, 2004; DE LUCA *et al.*, 2017; FAVRETTO *et al.*, 2016; MARCHAND *et al.*, 2014 e ESSIEN; DZISI; ADDO, 2018), além de outros fatores relevantes para o desenvolvimento do ambiente rural.

O tema em destaque presente nas lacunas com maior incidência foi a falta de ferramentas de gestão nas propriedades rurais, presente em 34,80% dos artigos pertencentes no portfólio bibliográfico, ou seja 15 dos 43 artigos.

A falta de ferramentas de gestão pode ser explicada pelo foco dos estudos analisados ocorrer em pequenas propriedades rurais familiares, ocasionando algumas dificuldades aos gestores, como as dúvidas frente a tomadas de decisão e perdas de produtividade por investimentos equivocados (HAYASHI, 2000; ANDREWS; CARROLL, 2011).

Nesta temática, no estudo de Hansen (1996), que possui o segundo maior índice *In Ordinato*, verifica-se a necessidade da utilização de critérios mensuráveis para orientar a utilização da sustentabilidade a fim de gerir e desenvolver a agricultura. Também nesse

contexto, e abordando a sustentabilidade os estudos de Moran *et al.* (2007), Andrews; Carroll (2011), Singh; Reed; Keller (2015) destacam a utilização de ferramentas que forneçam a integração entre as variáveis, com a opinião dos decisores vinculadas à produção para aprimorar a tomada de decisão, transformando o gerenciamento sustentável das propriedades.

No estudo de Singh; Jha; Chowdary, (2018), indica-se que o método AHP é tido como ferramenta que satisfaz essas necessidades. Já, o estudo de Van de Walle (2002) foca na ineficiência das estradas rurais, para identificar os custos logísticos relacionados com a falta de competitividade dos produtores rurais.

As lacunas dos estudos de Hall; Mcvittie; Moran (2004), Santé-Riveira; Crescente; Miranda (2008) e Bergez *et al.* (2010) estão focadas na opinião dos atores envolvidos na agricultura. Também nesse sentido, porém acrescentando o fator custo de produção das atividades rurais, Nikas; Sotiropoulos; Xydis (2018) e Vial *et al.* (2018) apresentam suas lacunas, ambos reiterando o envolvimento dos decisores na formação das soluções, por meio de ferramentas capazes de integrar todos esses fatores.

Os estudos de Hayashi (2000) e Mendoza; Martins (2006) focam suas lacunas diretamente na necessidade do desenvolvimento de modelos de gestão aplicados para a agricultura. Também nessa linha de trabalho, Garibaldi *et al.* (2017) apresentam a preocupação do desenvolvimento e aplicação de modelos de gestão capazes de serem vetores no desenvolvimento da erradicação da pobreza por meio da segurança alimentar das regiões menos favorecidas.

E Sánchez-Zamora; Gallardo-Cobos; Ceña-Delgado (2014) apresentam como lacuna a necessidade do desenvolvimento de estudos promotores de um ambiente competitivo, dinâmico e, sobretudo inovador no ambiente agrícola, por meio da criação de modelos capazes de permitir novas formas de gestão das propriedades rurais.

Outra área temática com alta incidência de lacunas de pesquisas encontradas foi a “sustentabilidade ambiental na agricultura”, encontrada em 30,20% dos artigos analisados, ou seja, em 13 dos 43 artigos analisados. As oportunidades descritas nessa área temática são pertinentes ao contexto agrícola, motivadas principalmente pela preocupação da degradação ambiental ocasionada pelo aumento da necessidade da produção de alimentos, e o impacto dos custos de produção (GUDE; HANSEN; JONES, 2007; LOUWAGIE *et al.*, 2012; PELZER *et al.*, 2012; KELLY *et al.*, 2018).

A solução destes fatores pode ser fornecida por meio da utilização de métodos que determinem os níveis de sustentabilidade agrícola bem como seus impactos no gerenciamento

das culturas e seus custos, sendo que a aplicação do método AHP poderá suprir a necessidade dessas escolhas.

Existem lacunas voltadas ao desenvolvimento e utilização de indicadores de sustentabilidade na agricultura (MORAN *et al.*, 2007; BINDER; FEOLA; STEINBERGER, 2010; DANTSIS *et al.*, 2010). Uma solução sugerida é o desenvolvimento desses indicadores utilizando a opinião dos especialistas e dos decisores relacionados ao processo, por meio de métodos multicritérios e desenvolvimentos matemáticos.

Também foram identificadas lacunas que indicam a necessidade de integração dos aspectos sustentáveis e econômicos (BARTOLINI *et al.*, 2007; VEYSSET; LHERM; BÉBIN, 2010). Os estudos sugerem a utilização de metodologias de análise de viabilidade econômica no meio rural, analisando os impactos das ações sustentáveis nos resultados econômicos das propriedades.

Outro ponto destacado é a busca por métodos de produção para integrar o cultivo de alimentos por meio convencional (MORAN *et al.*, 2007), com a implantação de espécies vegetais nativas que gerem alimentos para comercialização, como por exemplo frutas, sementes, palmitos e óleos naturais, utilizando a metodologia da análise do ciclo de vida para avaliação dos impactos dessas culturas na agricultura.

A lacuna indicada por MIAO; GONÇALVES; PEREIRA (2018) sugere a integração da sustentabilidade das fontes hídricas a uma análise aprofundada de seus custos de captação, por meio do envolvimento dos decisores com os dados históricos coletados em diferentes bases, com o auxílio da integração de métodos multicritérios para que esta análise ocorra.

Outra temática que originou lacunas nos estudos foi a utilização da preferência dos decisores nos assuntos relacionados à agricultura. Santé-Riveira; Crescente; Miranda, (2008) indicam a necessidade de desenvolver um modelo matemático que reconheça a opinião dos diferentes usuários, com o objetivo de acelerar o *feedback* dos especialistas e decisores aos usuários da informação.

Reidsma *et al.* (2018) defendem a melhoria na compreensão da tomada de decisão dos agricultores por meio da utilização de modelos integrados que possam suprir essas necessidades, trabalhando em paralelo com modelos multicritérios para definição dos pesos e eleição das preferências com métodos estatísticos para definição dos resultados.

Outra lacuna em destaque nessa linha temática é a necessidade de análises econômicas para guiar a preferência dos decisores (BERGMANN, COLOMBO; HANLEY, 2008; SINGH; REED; KELLER, 2015; KAIM; CORD; VOLK, 2018), combinando os

métodos tradicionais de análise econômica, com o uso de técnicas MCDM concentrados em abordagens participativas. Essas abordagens necessitam prover a deficiência dos agricultores na utilização de informações engessadas, que desconsideram suas preferências.

Uma lacuna destacada por Gómez-Limón; Riesgo (2004) e Favretto *et al.* (2016) enfatiza a necessidade do envolvimento dos decisores na identificação das preferências dos agricultores sobre as formas de produção e acesso aos recursos hídricos mais rentáveis e adequados para cada contexto. Ambos os autores destacam a utilização de abordagens híbridas e participativas com a utilização de modelos multicritérios, envolvendo especialistas e atores do processo para suprirem essas necessidades.

Há também lacunas relacionadas à preferência dos decisores quanto à análise dos investimentos públicos na agricultura, Hall; Mcvittie; Moran (2004) destacam a necessidade do desenvolvimento de *surveys* que possibilitem identificar regionalmente as preferências dos envolvidos nas atividades agrícolas a fim de definirem os pesos, para um direcionamento dos investimentos públicos com a utilização de métodos multicritérios. Da mesma forma, a solução sugerida por Marchand *et al.* (2014) destacam o envolvimento dos decisores nos aspectos sustentáveis da agricultura, com a utilização de ferramentas multicritérios.

Relacionado com a gestão de recursos, Van de Walle (2002) destaca a criação de mecanismos para distribuição orçamentária, por meio do desenvolvimento de ferramentas que garantam a alocação de recursos de maneira mais efetiva, selecionados tendo como principal critério a redução da pobreza. No mesmo sentido, García *et al.*, 2014 indica essas carências voltadas a dificuldade de alocação dos recursos, sendo necessária utilização de metodologias de análise de viabilidade econômica e financeira, integrando com preferências dos decisores, a fim de saná-las.

As lacunas identificadas por Borin *et al.* (2010), Inkoom *et al.* (2018) e Lips (2017) focam na estimativa e alocação dos diferentes custos atualmente não analisados pelos agricultores, voltados ao custo da sustentabilidade em relação a utilização da terra, além dos custos ocultos relacionados ao maquinário. Uma sugestão repassada pelos autores é a utilização de ferramentas para identificar custos ocultos no processo, especificamente o *Total Cost Ownership* (TCO), integrando com ferramentas que reconheçam esses critérios distintos.

As pesquisas de Berbel; Gómez-Limón (2000) e Montilla-López; Gómez-Limón; Gutiérrez-Martín (2018) indicam como solução a construção de modelos mais realistas para captação e distribuição de recursos hídricos na agricultura, além da integração dos custos relacionados com a captação e também os impactos gerados por esses recursos.

O estudo de Fagioli *et al.* (2017) evidencia uma relevante lacuna, quanto à falta de dados apropriados para tomada de decisões a nível de fazendas. Como sugestão, os autores apresentam o envolvimento de modelos que possam mensurar os aspectos econômicos, utilizando múltiplos dados combinados (preferência dos decisores, especialistas, dados coletados a campo e dados históricos).

Os autores Meynard *et al.* (2017) e Cobuloglu; Büyüktaktakın (2015) sugerem a utilização de abordagens multicriteriais para criar uma visão coletiva, envolvendo os atores no processo, a fim de propor iniciativas de inovação no ambiente agroalimentar.

3.3 Identificação dos métodos

No Quadro 4 são apresentados os métodos utilizados para resolução dos problemas de pesquisa dos estudos pertencentes ao portfólio bibliográfico. Posteriormente são destacados os pontos fortes de sua aplicação, bem como as possíveis deficiências.

Quadro 4 - Métodos utilizados para resolução dos problemas de pesquisa

Artigos	Métodos utilizados
Hansen, 1996	Não especificado
Andrews; Carroll, 2011	Técnicas estatísticas multivariadas
Binder; Feola; Steinberger, 2010	Avaliação de dimensões (Sistêmica, processual e normativa)
Van de Walle, 2002	Análise do Custo Benefício e Custo Efetividade
Hall; Mcvittie; Moran, 2004	AHP
Hayashi, 2000	MAUT + AHP
Dantsis <i>et al.</i> , 2010	Teoria do Valor Multiativo (MAVT)
García <i>et al.</i> , 2014	AHP
Santé-Riveira; Crescente; Miranda, 2008	AHP
De Luca <i>et al.</i> , 2017	Não especificado
Meynard <i>et al.</i> , 2017	Não especificado
Sánchez-Zamora; Gallardo-Cobos; Ceña-Delgado, 2014	DEA
Kaim; Cord; Volk, 2018	Métodos Integrados
Moran <i>et al.</i> , 2007	AHP
Singh; Reed; Keller, 2015	MORDM
Reidsma <i>et al.</i> , 2018	Não especificado
Kelly <i>et al.</i> , 2018	ELECTRE III
Fagioli <i>et al.</i> , 2017	Métodos Integrados
Lips, 2017	Métodos Integrados
Louwagie <i>et al.</i> , 2012	Não especificado
Mendoza; Martins, 2006	AHP

Artigos	Métodos utilizados
Eakin; Bojórquez-Tapia, 2008	Fuzzy+AHP
Berbel; Gómez-Limón, 2000	Programação Linear
Bergmann, Colombo; Hanley, 2008	Estatística amostral
Bartolini <i>et al.</i> , 2007	Programação Linear de atributos múltiplos
Gómez-Limón, Riesgo, 2004	MAUT
Borin <i>et al.</i> , 2010	MOP (Progamação Multi Objetivo)
Bergez <i>et al.</i> , 2010	Métodos Integrados
Garibaldi <i>et al.</i> , 2017	Não especificado
Veyssset; Lherm; Bébin, 2010	Opt'INRA+PLANETE
Pelzer <i>et al.</i> , 2012	DEXiPM
Gude; Hansen; Jones, 2007	Simulação baseada em regressão
De Luca <i>et al.</i> , 2015	AHP
Montilla-López; Gómez-Limón; Gutiérrez-Martín, 2018	MAUT+MAUFs
Cobuloglu; Büyüktaktakın, 2015	AHP
Favretto <i>et al.</i> , 2016	AHP
Marchand <i>et al.</i> , 2014	MOTIFS
Vial <i>et al.</i> , 2018	AHP
Nikas; Sotiropoulos; Xydis, 2018	Não especificado
Inkoom <i>et al.</i> , 2018	AHP
Singh; Jha; Chowdary, 2018	AHP
Essien; Dzisi; Addo, 2018	Métodos Integrados
Miao; Gonçalves; Pereira, 2018	Não especificado

Fonte: Autoria própria (2021)

A partir dos dados apresentados no Quadro 4, analisaram-se os modelos / métodos / ferramentas encontradas nos artigos do portfólio bibliográfico final. As metodologias de avaliação são discutidas, bem como as vantagens de suas aplicações, explorando as tendências e também suas possíveis deficiências quanto a aplicação e integração desses métodos.

Cabe destacar que oito estudos, ou seja 18,6%, utilizaram métodos matemáticos distintos, porém não os descreveram ou especificam para a resolução dos estudos.

3.3.1 Método AHP

Do portfólio, onze artigos utilizaram apenas o método AHP para solução dos problemas do estudo, (25,58% do total). O método AHP é normalmente utilizado para realizar seleções de melhores opções alternativas, com decisões baseadas na avaliação de especialistas e decisores (SINGH; JHA; CHOWDARY, 2018; INKOOM *et al.*, 2018).

O principal benefício do método AHP é que os resultados das preferências da análise são baseados na experiência dos decisores, podendo fazer uso de questões qualitativas e

quantitativas para a melhor solução da decisão de forma equilibrada (HALL; MCVITTIE; MORAN, 2004). A aplicação do AHP permite que o decisor formate dados sobre o problema como um todo, possibilitando identificar cada elemento.

Como desvantagem, García *et al.* (2014) e De Luca *et al.* (2017) destacam que a sua aplicação de maneira inadequada pode ocorrer em ambientes desfavoráveis, quando os atores sintetizam de forma exagerada suas preferências. As formulações baseadas em médias para geração dos pesos podem gerar resultados duvidosos na aplicação deste método (FAVRETTO *et al.*, 2016).

3.3.2 Métodos estatísticos

Dois estudos destacam a utilização de ferramentas estatísticas cujas vantagens são as possibilidades de interações e análises das variáveis que representam a solução do problema. Ainda, esses métodos permitem proporcionar várias interpretações aos usuários, por ser possível analisar os problemas por ângulos distintos, e avaliar o contexto como um todo (ANDREWS; CARROLL, 2011).

Uma possível desvantagem na aplicação é a necessidade da utilização de um grande número de variáveis para resolução de um problema singular. Na maioria das aplicações esses dados estão limitados, ou com alto grau de incerteza na sua coleta, necessitando de métodos adicionais de estimação para sua complementação (BERGMANN, COLOMBO; HANLEY, 2008).

3.3.3 Métodos Integrados

O uso de uma análise híbrida, combinando diversas ferramentas demonstram algumas vantagens, sendo possível classificar *clusters* de dados, de acordo com características específicas definidas pelos pesquisadores (ESSIEN; DZISI; ADDO, 2018).

Como desvantagens do uso desses métodos integrados, pode-se elencar as análises realizadas isoladamente, pois é possível limitar excessivamente a interação dos dados (FAGIOLI *et al.*, 2017; KAIM; CORD; VOLK, 2018). Para tanto, deve-se realizar uma análise da sensibilidade dos resultados por meio de métodos alternativos, aderentes aos métodos já aplicados.

3.3.4 MAUT e suas derivações

Como vantagens, esse método utiliza a possibilidade de realizar uma análise utilizando as preferências dos atores do processo, podendo segmentá-los para obter maior entendimento das necessidades do contexto pesquisado (GÓMEZ-LIMÓN; RIESGO, 2004).

O reconhecimento da opinião dos especialistas permite a realização de uma discussão mais profunda e crítica dos elementos partes do processo. As derivações do método permitem a realização de uma abordagem participativa, possibilitando propor iniciativas de melhorias contínuas (MONTILLA-LÓPEZ; GÓMEZ-LIMÓN; GUTIÉRREZ-MARTÍN, 2018).

As desvantagens relacionadas a esse método demonstram que, como é projetado para reconhecer apenas aspectos do ambiente de decisão no meio rural, as derivações podem sobrepor os resultados de outras ferramentas associadas (HAYASHI, 2000). As conclusões podem sofrer significativas distorções caso não seja integrado com outras ferramentas de família semelhante.

3.3.5 FUZZY + AHP

Com esta associação verifica-se vantagens em sua aplicação, pois determina os critérios de seleção e seus respectivos pesos, simplificando a variabilidade dos dados (EAKIN; BOJÓRQUEZ-TAPIA, 2008).

Como desvantagem é possível destacar que os resultados são limitados ao ambiente de aplicação, pois os métodos necessitam ser aplicados de formas independentes, podendo não ser aderentes a outros contextos de aplicação.

3.3.6 DEA

O método DEA apresenta vantagens na determinação dos indicadores ao prever os valores de medição de desempenho e determinar os seus pesos, além de integrar os dados de forma a gerar o melhor desempenho dos resultados (SÁNCHEZ-ZAMORA; GALLARDO-COBOS; CEÑA-DELGADO, 2014).

Já como desvantagens, pode-se elencar que a teoria vinculada a esse método é de aplicação complexa, devendo existir um pré-teste, no qual os dados devem ser classificados, uma vez que o método não executa essa etapa.

3.3.7 Electre III

Este método é caracterizado por integrar indicadores para realização da avaliação. Logo, podem ser integradas funções que apoiam o decisor quando iniciado o processo de eleição das soluções. Uma característica benéfica ao método é a indução à redução do esforço cognitivo demandado na modelagem do problema (KELLY *et al.*, 2018).

Devido ao método ser de característica compensatória, torna-se restrito, necessitando de aplicações complementares quando houver necessidades de resolução de problemas mais profundos. Este método limita-se somente às interpretações das variáveis apresentadas.

3.3.8 Programação Linear

Como vantagens, os problemas quando estruturados e analisados envolvendo programação linear, podem ser replicados aos contextos semelhantes, transformando-se em vetor de melhoria do ambiente pesquisado por meio da otimização da sua função objetivo.

A utilização de metodologias complementares auxilia na maximização dos resultados envolvendo soluções propostas, podendo ser integrados atributos múltiplos ao problema (BARTOLINI *et al.*, 2007).

A programação linear fica restrita a otimização da sua função objetivo, sem possibilidades da inserção de variáveis externas para o aumento do espectro de análise (BERBEL; GÔMEZ-LIMÓN, 2000).

3.3.9 Programação Multiobjetivo

A metodologia de otimização multiobjetivo, muito semelhante à programação linear, busca a formação de um conjunto de variáveis que satisfaçam as restrições impostas e otimizem uma função constituída por diversos termos ou funções objetivos para obtenção da melhor solução (BORIN *et al.*, 2010).

Porém, há restrições na sua aplicação, devido à especificidade da formação da base para encontrar a solução adequada.

3.3.10 Métodos específicos

A utilização de métodos específicos para a resolução de um contexto único pode ser vantajosa pois, com menos interações com o problema, as soluções são construídas. Porém, em contraponto a isso, a ampliação do campo de atuação destes métodos fica restrita a um estudo mais aprofundado da possibilidade de aderência do método ao ambiente de aplicação.

No Quadro 5 verifica-se de forma resumida os métodos discutidos nesta seção, bem como suas principais vantagens e desvantagens.

Quadro 5 – Métodos encontrados

Método	Vantagens	Desvantagens
AHP	Utilização da experiência dos decisores	Sintetizar de forma exagerada as preferências
Métodos estatísticos	Maiores interações e análises das variáveis	Necessidade de um grande número de variáveis para pequenos problemas
Métodos integrados	Classificação de clusters de dados	Análises realizadas isoladamente
MAUT e suas derivações	Utilização da experiência dos decisores	Sobreposição de resultados
FUZZY + AHP	Simplifica a variabilidade dos dados	Os resultados são limitados ao ambiente de aplicação
DEA	Previsão de valores de desempenho	Complexidade na aplicação
Electre III	Redução de esforço cognitivo	Limitação nas interpretações
Programação Linear	Auxílio na maximização dos resultados	Restrição à otimização da sua função objetivo
Programação Multiobjetivo	Grande conjunto de variáveis	Especificidade de base de dados
Métodos específicos	Menores interações com o problema	Restrição de aprofundamento

Fonte: Autoria própria (2021)

O Quadro 5 ilustra os principais métodos identificados, com suas respectivas vantagens e desvantagens.

3.4 Definição dos pesos

O procedimento de definição dos pesos, auxilia na avaliação das características regionais e específicas, relacionadas ao comportamento de compra definido pelos agricultores. Nesta etapa, é requerido dos agricultores, um nível de conhecimento mínimo das características de suas propriedades e respectivas atividades desenvolvidas.

As dimensões e critérios foram comparados par a par, quando o agricultor deveria atribuir uma pontuação de importância para os custos, de acordo com a escala detalhada no Quadro 6.

Quadro 6 - Escala para determinação dos critérios

Valor atribuído	Intensidade de importância
Pontuação 1	Igualmente importante
Pontuação 2	Apenas um pouco mais importante
Pontuação 3	Mais importante
Pontuação 4	Muito mais importante
Pontuação 5	Absolutamente mais importante

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

O questionário (Apêndice A) foi aplicado *in loco*, com a presença do pesquisador, em 33 propriedades rurais familiares, localizadas nas Regiões Sul do Brasil e 13 propriedades localizadas na Região Norte de Portugal. O período de aplicação ocorreu entre os meses de janeiro de 2019 a novembro de 2021.

Todas as propriedades pesquisadas são administradas por agricultores e seus familiares, sendo categorizadas como propriedades rurais familiares pelo IBGE, (2017) e EU (2019). Os critérios, dimensões e características para coleta das informações dos proprietários rurais estão demonstradas no Quadro 7.

Quadro 7 – Critérios, dimensões e características para análise

Critério	Dimensão	Característica
Preço do produto	Aquisição	Monetário
Desconto	Aquisição	Monetário
Evolução do preço	Aquisição	Monetário
Impostos	Aquisição	Monetário
Interesse	Aquisição	Monetário
Custo de cotação	Aquisição	Estimado
Custo de contrato	Aquisição	Estimado
Custo de acompanhamento	Aquisição	Estimado
Custo de transporte	Recepção	Monetário
Custo de descarga	Recepção	Monetário
Custo de conferência	Recepção	Monetário
Custo com testes de qualidade	Recepção	Monetário
Custo de recepção	Recepção	Estimado
Custo de faturamento	Recepção	Estimado
Custo de litígio	Recepção	Estimado
Custo de manutenção de estoque	Propriedade	Monetário
Custo do tempo	Propriedade	Monetário
Custo de eficiência	Utilização	Monetário
Custo de durabilidade	Utilização	Monetário
Custo de reposição	Utilização	Monetário
Custo de controle de qualidade	Utilização	Monetário
Custo de falhas de produção	Utilização	Estimado
Custo de falha de produto	Utilização	Estimado
Custo de adaptações	Utilização	Estimado
Custo de manutenção	Utilização	Estimado
Custo de instalação	Utilização	Estimado
Custo de treinamento de pessoal	Utilização	Estimado
Recuperação de resíduos	Eliminação	Monetário
Custo de descartes	Eliminação	Monetário
Interesse de compra	Comportamento de compra	Monetário
Preço para pequenas quantidades	Comportamento de compra	Monetário
Desconto para grandes quantidades	Comportamento de compra	Monetário
Assistência técnica	Comportamento de compra	Estimado

Fonte: Adaptado de Degraeve e Roodhooft, (1999b) e Degraeve *et al* (2000).

Os critérios demonstrados no Quadro 7, foram pesquisados em seis blocos distintos, de acordo com as dimensões, (Aquisição, Recepção, Propriedade, Utilização, Eliminação e Comportamento de compra). Na Figura 5 está demonstrado um exemplo de aplicação do questionário, para a dimensão aquisição.

Figura 5 – Exemplo de aplicação da dimensão aquisição

	Preço	Desconto	Evolução do preço	Necessidade imediata	Impostos	Custo de cotação	Custo do contrato	Custo de acompanhamento
Preço	1	?						
Desconto		1						
Evolução do preço			1					
Necessidade imediata				1				
Impostos					1			
Custo de cotação						1		
Custo do contrato							1	
Custo de acompanhamento								1

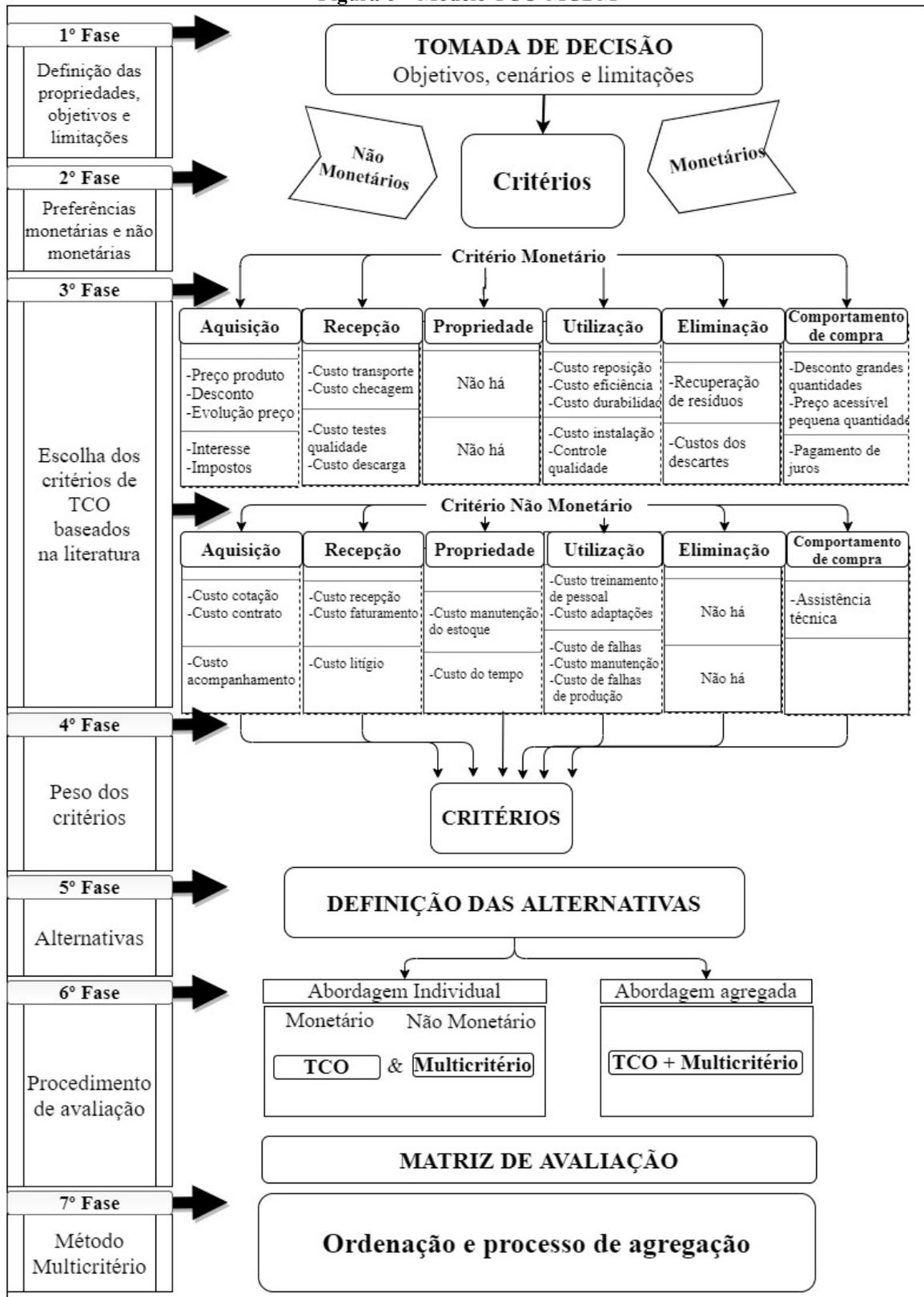
Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme demonstrado na Figura 5, o respondente realiza uma comparação par a par nas células em branco, de acordo com seu julgamento de intensidade de importância, atribuindo no campo a pontuação correspondente. Após a coleta das respostas individuais, a fim de compor os pesos dos critérios, foi adotada a média ponderada das respostas das 33 propriedades estudadas. Com esses valores, aplicou-se o Método AHP para hierarquização dos critérios e geração da ordenação de importância, conforme demonstrado na Tabela 2 da seção de apresentação dos resultados e análises.

3.5 Construção do modelo TCO/multicritério

Para definição do modelo, os fundamentos metodológicos foram organizados em sete fases, descrevendo um modelo baseado em TCO e integrado com métodos de decisão de múlticritério (TCO-MCDM), conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Modelo TCO-MCDM



Fonte: Autoria própria (2021)

O desenvolvimento desse modelo constitui-se em uma proposta para seleccionar fornecedores mais adequados, de acordo com um conjunto de critérios, para o agronegócio

familiar, priorizando os critérios de TCO eleitos na literatura e adequados à cada aplicação, por meio de um procedimento de definição das preferências dos decisores, coletados via questionários aplicados nas propriedades rurais familiares. Na Figura 6 está demonstrada a estrutura do modelo para a seleção de insumos. Apesar de usar conceitos integrados de gerenciamento de custos e de métodos multicritérios de apoio a decisão, o modelo proposto pode ser apresentado em um aplicativo computacional para os usuários (agricultores familiares), e essa complexidade é contornada por meio de um *software* de fácil utilização. Em sequência, são demonstradas as sete fases do modelo, evidenciando suas características.

Fase 1: Esta fase abrange a identificação das características do imóvel, limitações monetárias, áreas disponíveis e objetivos de longo prazo. Ou seja, é uma caracterização do negócio e deve refletir sobre "quando" e "como" um cenário estudado pode atingir os objetivos desejados;

Fase 2: Nesta fase, é necessário explorar os objetivos que os agricultores familiares desejam alcançar em termos gerenciais e econômicos. Por exemplo, se os proprietários estão interessados em aumentar sua participação no mercado ou investir em sua propriedade;

Fase 3: A definição dos critérios globais é realizada nesta etapa, com base em informações científicas. São determinados com base na literatura os critérios comumente usados no contexto dos problemas de seleção de fornecedores e insumo e no agronegócio;

Fase 4: É aplicado um questionário aos agricultores familiares, a fim de definir os critérios de prioridade para cada caso específico, considerando as cinco etapas de avaliação propostas por Degraeve; Roodhooft; Doveren (2005a), a saber: "monetário" versus "estimado", denominados neste estudo: "monetário" e "não monetário" (Estimado), respectivamente;

Fase 5: Os fornecedores em potencial são listados como alternativas para fornecer os insumos necessários;

Fase 6: São considerados separadamente os resultados fornecidos: 1) a partir de uma abordagem de TCO, na qual o melhor fornecedor apresenta o menor custo (completo), 2) a partir de uma abordagem com vários critérios, sendo consideradas características não monetárias e pesos respectivos, em que não necessariamente o fornecedor com menor custo é a melhor escolha e 3) considerando uma abordagem combinada de TCO + MCDM. O método multicritério MABAC (comparação de área de aproximação de fronteiras multiritributivas), é utilizado para realizar da ordenação; e

Fase 7: São comparados os resultados das diferentes abordagens, a fim de impulsionar a tomada de decisões coerentes no processo de seleção de fornecedores e insumos no agronegócio familiar.

3.6 Aplicação do modelo TCO/multicritério

O modelo foi aplicado à cultura do milho, na qual o insumo selecionado, fertilizante químico, representa aproximadamente 35% dos custos de produção no Brasil e 31% em Portugal. Os dados para construção e aplicação foram coletados em 33 propriedades rurais familiares localizadas no oeste do estado de Santa Catarina, Sudoeste do Estado do Paraná e Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil e 13 propriedades rurais familiares localizadas na Região Norte, no distrito de Braga, em Portugal.

Essas regiões apresentam uma importante concentração de propriedades rurais familiares, que indiretamente abastecem o mercado nacional de alimentos, grandes produtoras de milho, objeto de estudo (IBGE, 2017; EU, 2021). Os cálculos, bem como as análises dos resultados, são apresentados em tabelas e diagramas ilustrados ao longo desta tese. A escolha destas propriedades ocorreu por meio de análise prévia das informações históricas de posse dos proprietários rurais, e por disponibilidade de acesso para pesquisa.

Algumas dificuldades foram encontradas na aplicação do modelo nas propriedades rurais familiares. Uma dificuldade recorrente foi de acesso as propriedades, por se tratar de uma coleta de dados presencial, pois necessitou da explicação e condução da coleta por parte do pesquisador. A análise destes dados foi realizada em um momento posterior, não havendo dificuldades relevantes neste procedimento.

O insumo analisado apresenta características diferentes de medida nos países pesquisados. Porém, foram consideradas as particularidades de cada produto e aplicação. O fertilizante químico apresenta marcas distintas entre os fornecedores, mas as diferenças foram consideradas e minimizadas para aplicação.

A aplicação do modelo foi realizada em seis fases distintas, descritas a seguir:

- Fases 1 a 4 - Definição de preferências, objetivos e restrições e critérios de avaliação:

Um questionário foi aplicado aos agricultores familiares, enviado para 33 propriedades rurais na região Sul do Brasil. Todas as propriedades pesquisadas são gerenciadas pelos agricultores e suas famílias, sendo categorizadas como propriedades rurais

familiares (IBGE, 2017, EU, 2021). A coleta de dados considerou 11 fornecedores do insumo pesquisado. O milho é particularmente importante, porque é uma das principais culturas produzidas no mundo (FAO, 2018b).

Os critérios globais foram definidos a partir da revisão de literatura sobre TCO apresentada na Figura 6. Para a seleção dos critérios específicos, foram consideradas as respostas dos questionários e seis dimensões de análise, cinco delas seguindo os preceitos propostos por Degraeve; Roodhooft; Doveren (2005a), ou seja, Aquisição, Recepção, Propriedade, Utilização, Alienação e outra para representar o comportamento de Compra. As dimensões e critérios foram comparados em pares, nas quais o agricultor atribuiu uma pontuação de importância para os diferentes custos de 1 a 5, variando de igualmente importante a absolutamente mais importante, respectivamente, de acordo com uma escala: 1) Mesma importância; 2) Só um pouco mais importante; 3) Mais importante; 4) Bem importante; e 5) Muito mais importante, conforme demonstrado no Quadro 6.

Após a coleta das respostas individuais, os pesos dos critérios foram compostos computando a média ponderada das respostas das propriedades estudadas. A partir disso, foi elaborada uma ordenação de importância (pesos) para as seis dimensões. As normalizações e cálculos de ordenação e as respectivas formulações são apresentadas em forma de tabelas.

- Fase 5 - Modelo de decisão baseado em TCO e multicritério:

As alternativas em potencial (ou seja, fornecedores) foram avaliadas em cada um dos critérios específicos definidos.

- Fase 6 e 7 – Ordenação dos insumos utilizando o método MABAC:

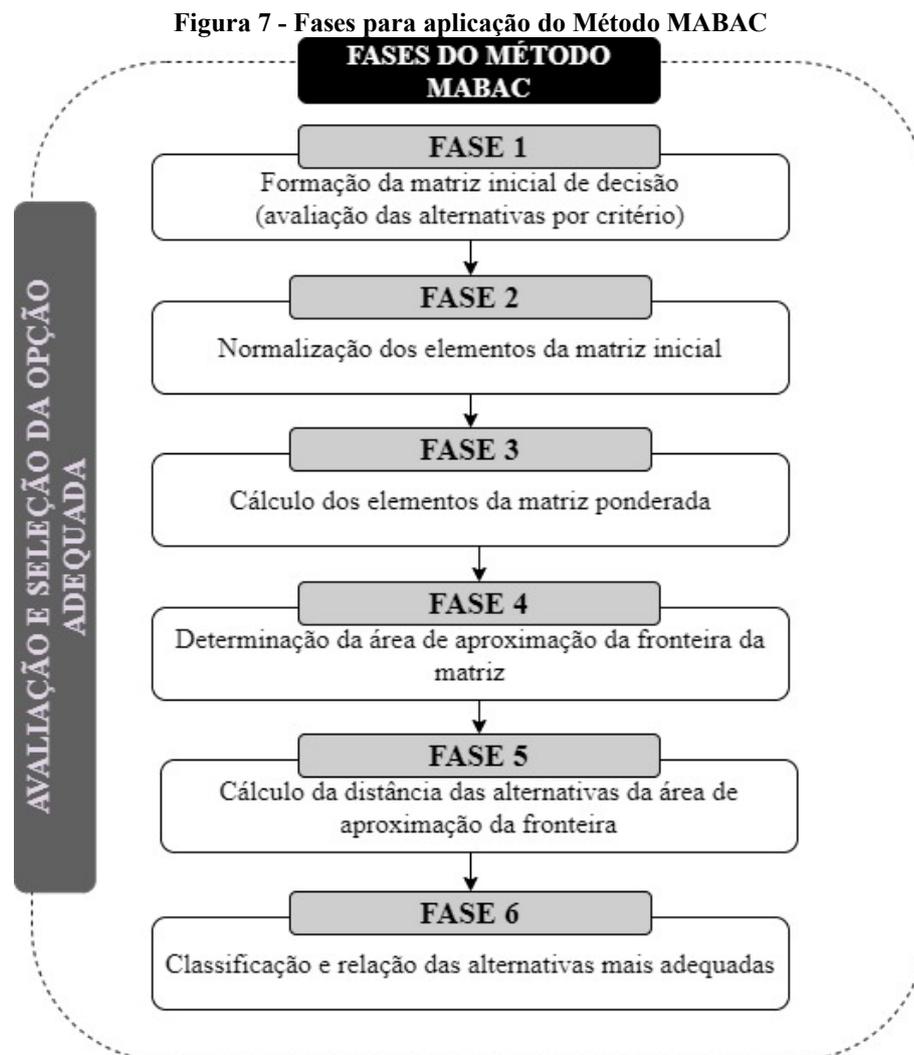
A base do método MABAC é vista na definição da distância da função critério de cada alternativa da área de aproximação da borda. É aplicado considerando as 6 etapas propostas por Pamucar; Cirovic (2015).

3.7 Aplicação do método MABAC

O Método Multiatributo de Comparação de Área de Aproximação de Borda (MABAC) (*Multi-Attributive Border Approximation area Comparison*) uma inovação MCDM baseada no método DEMATEL, proposto por Pamucar e Cirovic (2015), desenvolvido no centro de pesquisa da Universidade de Defesa em Belgrado. Em sua aplicação seminal, o objetivo foi de auxiliar os decisores na avaliação de investimentos de equipamentos para logística. O seu conceito contempla um processo simples de computação,

procedimento sistemático e uma lógica sólida que representa a fundamentação da tomada de decisão humana (PENG; YANG, 2016).

Para aplicação do método, é necessária a determinação dos critérios, divididos em dois grupos: o grupo de causa e o grupo de efeito. O grupo de causa tem influência direta no grupo do efeito, utilizado para determinar por estimativa os pesos dos critérios (DALALAH; HAYAJNEH; BATIEHA, 2011). Após a aplicação do método MABAC, para determinação dos critérios e seus respectivos pesos, os valores das funções dos critérios são calculados para cada uma das alternativas, além da distância da função do critério pela aproximação da área da borda.



Fonte: Adaptado de Pamucar; Cirovic (2015)

A base do método MABAC é vista na definição da importância da função de critério em relação a cada alternativa da área de fronteira de aproximação. Conforme demonstrado na Figura 7, são seis as fases de aplicação do método MABAC, com base nos estudos de

Pamucar e Cirovic (2015); Pamucar; Stevic e Zavadskas, (2018), conforme descritas na sequência:

1 - Formação da matriz inicial de decisão (X): Esta primeira fase tem o objetivo de avaliar as alternativas de acordo com os critérios;

2 – Normalização dos elementos da matriz inicial (X): Os elementos da matriz inicial necessitam ser normalizados, de acordo: a) para critérios de benefícios, é preferível o critério tendo como base o maior valor, b) para critérios de custos, é preferível o critério de menor valor;

3 – Cálculo dos elementos da matriz ponderada (V): A partir da normalização é realizado o cálculo da matriz ponderada;

4 – Determinação da área de aproximação da borda da matriz (G): A partir da matriz ponderada, é determinada a área de aproximação da fronteira;

5 - Cálculo da distância da alternativa da área de aproximação de borda para os elementos da matriz (Q): A distância das alternativas da aproximação da área da fronteira é determinada como a diferença entre os elementos da matriz ponderada (V) e o valor da aproximação da área da fronteira (G);

6 – Ordenação das alternativas: O cálculo dos valores das funções de critério para as alternativas é obtida a partir da soma da distância das alternativas da aproximação da área da fronteira de ação, calculando a soma dos elementos da matriz Q por linhas, sendo obtidos os valores finais das funções de critério de cada alternativa.

A base matemática do Método MABAC é demonstrada, conforme segue:

MABAC - Etapa 1: O primeiro passo é a definição da matriz de decisão de avaliação (X).

MABAC - Etapa 2: Normalização dos elementos na matriz de avaliação global (X), pela normalização linear max / min.

$$\text{Benefícios} = n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^-}{x_{ij}^+ - x_{ij}^-}; \quad \text{Custos} = n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^+}{x_{ij}^- - x_{ij}^+} \quad (2)$$

MABAC - Etapa 3: Cálculo dos elementos da matriz ponderada (V). Os elementos da matriz ponderada (V) são calculados com base na equação (3).

$$V_{ij} = w_i * (n_{ij} + 1) \quad (3)$$

MABAC - Etapa 4: Determinação da matriz da área de aproximação da fronteira (G). A área de aproximação da fronteira para cada critério é determinada de acordo com a equação (4).

$$G_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (4)$$

MABAC - Etapas 5 e 6: Cálculo da distância de cada alternativa dos elementos da matriz de fronteira (Q) e *Ranking* de alternativas.

$$Q = V - G \quad (5)$$

Essas seis etapas foram aplicadas na Fase 7 do método TCO/Multicritério, a fim de determinar as melhores opções de fornecimento do insumo estudado, de acordo com os critérios elencados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Na presente seção estão demonstrados os resultados obtidos por meio da aplicação do modelo, identificando as principais características do método, bem como a análise destes resultados. A aplicação do modelo ocorreu em dois momentos distintos, primeiramente no Brasil, com a opinião de 33 produtores rurais e a análise sobre 11 fornecedores. Posteriormente, a aplicação ocorreu em Portugal com a opinião de 13 produtores rurais e a análise sobre cinco fornecedores.

Ao final da seção são tecidas as conclusões e indicações, bem como as limitações e sugestões de trabalhos futuros, além das implicações ocasionadas por meio da aplicação do método no dia a dia das pequenas propriedades rurais familiares.

4.1 Definição dos pesos para ambas aplicações

A aplicação do método para definição dos pesos é demonstrada no texto, nas fases 1 a 4 em ambos os países, conforme segue:

FASES 1 e 2: Definições das preferências, objetivos e limitações.

Para atender a essa fase, foi aplicado um questionário aos agricultores familiares, e neste momento, foram definidos os objetivos e limitações, por meio de perguntas diretas, a fim de reconhecer aspectos comuns, preferências específicas, limitações econômicas e gerenciais. As preferências em termos de aspectos gerenciais e econômicos foram investigadas nesta fase, para reconhecer os desejos dos proprietários (preferências) para impulsionar futuras melhorias ou investimentos em suas propriedades.

Percebeu-se nesta etapa que é unânime nas propriedades pesquisadas a intenção de expansão da atividade principal de produção destas. Porém, foi indicado que a falta de recursos próprios é o principal motivo do atraso ou demora nestas expansões ou no aumento da produção. Porém, o acesso ao crédito é um recurso observado como viável para os proprietários rurais.

A principal limitação encontrada nas propriedades rurais brasileiras foi a falta de área de terra, espaço para ampliação das atividades, por se tratar de pequenas propriedades rurais.

Verificou-se que nas propriedades pesquisadas em Portugal a limitação de área disponível nas pequenas propriedades rurais (quintas) para expansão da produção é uma realidade comum também. Outra característica comum verificada nas propriedades, foi a

ausência de um plano de sucessão nas mesmas, pois os filhos dos proprietários tendem a trabalhar em centros comerciais e indústrias, sem planeamento de retorno.

O acesso ao crédito em instituições financeiras é um recurso observado como viável pelos proprietários rurais, por haver subsídios de juros e taxas para o agronegócio familiar. Assim, como identificada no Brasil, a principal limitação encontrada nas propriedades rurais pesquisadas em Portugal foi a limitação de espaço para ampliação das atividades rurais.

FASES 3: Identificação de critérios globais e “critérios particulares” e sua importância.

Os critérios globais foram definidos a partir da revisão da literatura apresentada. Para a seleção dos critérios particulares foram exploradas as respostas do questionário que considerou seis dimensões de análise, cinco delas seguindo os postulados propostos por Degraeve *et al.* (2005a), englobando dimensões como: Aquisição, Recepção, Propriedade, Utilização, Descarte, e mais uma para representar o comportamento de compra conforme postulado por Lizot, Trojan e Afonso (2021).

As médias das respostas dos 33 agricultores pesquisados no Brasil, para formar o peso das seis dimensões consideradas, Aquisição, Recepção, Propriedade, Utilização, Descarte e comportamento de compra (conforme questionário aplicado, e demonstrado no Apêndice A), estão apresentadas nas Tabelas 1 a 7 do Apêndice C. Já as médias das respostas dos 13 agricultores pesquisados em Portugal, estão demonstrados nas Tabelas 8 a 14 do Apêndice C.

Esse procedimento adotado considerou a diferença entre colunas e linhas após a soma das pontuações indicadas pelos agricultores, com base na escala de Saaty, procedimentos iguais para a aplicação no Brasil e em Portugal.

Neste trabalho foram respeitadas as particularidades de cada produto e aplicação. O insumo analisado pode apresentar marcas e características distintas entre os fornecedores, mas as diferenças foram minimizadas na aplicação proposta.

Após a coleta e tratamento dos dados oriundos das respostas individuais, foi calculada a média ponderada das respostas das 33 propriedades estudadas no Brasil e 13 propriedades estudadas em Portugal. Gerou-se uma hierarquização de importância (pesos), por meio do método baseado em AHP, para as seis dimensões consideradas. Em seguida, foram realizadas as normalizações e cálculos de ordenação, nas quais foram computadas as avaliações individuais dos proprietários de forma a adequar os critérios ao contexto estudado, auxiliando também à determinação dos critérios particulares. Ao final gerou-se o *ranking* hierarquizado, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Determinação dos pesos para os critérios de TCO nas propriedades Brasileiras

<i>Ranking</i>	Critério	Dimensão	Característica	Pesos BR	Pesos PT
1	Preço do produto	Aquisição	Monetário	4,347%	4,18%
2	Desconto	Aquisição	Monetário	4,018%	3,96%
3	Custo de eficiência	Utilização	Monetário	3,845%	3,65%
4	Custo de durabilidade	Utilização	Monetário	3,812%	3,78%
5	Custo de transporte	Recepção	Monetário	3,678%	3,64%
6	Evolução do preço	Aquisição	Monetário	3,572%	3,45%
7	Interesse de compra	Comportamento de compra	Monetário	3,432%	3,19%
8	Custo de descarga	Recepção	Monetário	3,351%	3,37%
9	Impostos	Aquisição	Monetário	3,330%	3,30%
10	Custo de falhas de produção	Utilização	Estimado	3,145%	3,08%
11	Custo de reposição	Utilização	Monetário	3,133%	3,09%
12	Custo de falha de produto	Utilização	Estimado	3,120%	3,06%
13	Custo de recepção	Recepção	Estimado	3,052%	3,17%
14	Custo de cotação	Aquisição	Estimado	2,988%	3,00%
15	Custo de contrato	Aquisição	Estimado	2,886%	2,86%
16	Custo de faturamento	Recepção	Estimado	2,880%	3,04%
17	Custo de manutenção de estoque	Posse	Monetário	2,851%	2,95%
18	Custo do tempo	Posse	Monetário	2,851%	2,80%
19	Custo de conferência	Recepção	Monetário	2,825%	2,89%
20	Custo de adaptações	Utilização	Estimado	2,769%	2,70%
21	Preço para pequenas quantidades	Comportamento de compra	Monetário	2,751%	2,77%
22	Custo de acompanhamento	Aquisição	Estimado	2,747%	2,76%
23	Custo com testes de qualidade	Recepção	Monetário	2,743%	2,85%
24	Recuperação de resíduos	Eliminação	Monetário	2,738%	2,79%
25	Custo de manutenção	Utilização	Estimado	2,697%	2,78%
26	Custo de litígio	Recepção	Estimado	2,676%	2,82%
27	Custo de descartes	Eliminação	Monetário	2,657%	2,70%
28	Custo de instalação	Utilização	Estimado	2,654%	2,63%
29	Desconto para grandes quantidades	Comportamento de compra	Monetário	2,644%	2,69%
30	Interesse	Aquisição	Monetário	2,537%	2,61%
31	Custo de treinamento de pessoal	Utilização	Estimado	2,466%	2,52%
32	Custo de controle de qualidade	Utilização	Monetário	2,434%	2,51%
33	Assistência técnica	Comportamento de compra	Estimado	2,369%	2,41%
Soma				100,00 %	100,00 %

Fonte: Autoria própria (2021)

A ordenação dos critérios permitiu a identificação dos critérios mais importantes na percepção dos proprietários rurais familiares pesquisados no Brasil e em Portugal. Também é possível verificar por meio dos dados apresentados na Tabela 2, que das seis dimensões presentes nos 33 critérios do modelo, as duas dimensões mais relevantes são: Aquisição e utilização, sendo que estas são dimensões de 11 critérios dos primeiros 15 do *ranking*, nas propriedades do Brasil e 10 critérios dos primeiros 15 do *ranking* nas propriedades de Portugal.

FASE 4: Reconhecimento de critérios particulares para a aplicação.

O reconhecimento de determinados critérios deve representar a preferência dos produtores em priorizar questões que envolvam um processo de avaliação. Cabe ressaltar que, existem critérios específicos que representam as preferências dos agricultores, permitindo priorizar questões no processo de avaliação, do caso estudado, verificando-se que dentre os 33 critérios pesquisados, conforme postulados pelos agricultores, 12 estão aderentes ao ambiente pesquisado no Brasil e 12 também são verificados pelos produtores de Portugal, conforme demonstrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Critérios reconhecidos pelos agricultores brasileiros

<i>Rank</i>	Critério	Característica	Abrev.	Unid. de mensuração	País de aplicação
1	Preço do produto	Monetário	PPR	Valor (USD)	Brasil/Portugal
2	Desconto	Monetário	DIS	Valor (USD)	Brasil/Portugal
3	Custo de eficiência	Monetário	EFF	Valor do custo (USD)	Brasil/Portugal
4	Custo de durabilidade	Monetário	DUR	Valor do custo (USD)	Brasil/Portugal
5	Custo de transporte	Monetário	TRC	Valor (USD /por un.)	Brasil/Portugal
6	Evolução do preço	Monetário	PEV	Valor (USD) em 30 dias	Brasil/Portugal
7	Impostos	Monetário	TAX	Valor sobre preço (USD)	Portugal
8	Custo de falha de produção	Estimado	CPRF	Intensidade (Escala de Saaty)	Brasil
9	Custo de falha de produto	Estimado	CPF	Intensidade (Escala de Saaty)	Brasil/Portugal
10	Custo de recepção	Estimado	COR	Intensidade (Escala de Saaty)	Brasil/Portugal
11	Custo de cotação	Estimado	CQO	Intensidade (Escala de Saaty)	Brasil/Portugal
12	Custo de contrato	Estimado	CCO	Intensidade de risco (Escala de Saaty)	Brasil
13	Custo de manutenção	Estimado	CMA	Intensidade (Escala de Saaty)	Portugal
14	Assistência técnica	Estimado	TAS	Existência ou Não existência	Brasil/Portugal

Fonte: Autoria própria (2021)

Verifica-se no Quadro 8 que, conforme indicado pelos produtores rurais brasileiros, os seis primeiros critérios deste *ranking* são elementos de característica monetária e outros seis não monetários (Estimados). Já, dentre os critérios indicados pelos produtores rurais portugueses, sete são monetários e cinco não monetários, o que justifica a adoção de um Modelo de Análise Multicritério de Tomada de Decisão (MCDM).

Nos Quadros 9 e 10 são apresentadas as escalas de avaliação para os critérios não monetários, os quais não apresentam um valor exato para representar os custos envolvidos. Embora mais subjetivo, ainda é uma forma eficiente de avaliar as alternativas.

Quadro 9 - Pontuações da avaliação com base na escala de Saaty adaptada

Pontuação	Intensidade
1	Custo não relevante
3	Custo com baixa relevância
5	Custo com média relevância
7	Custo com alta relevância
9	Custo com absoluta relevância

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

No Quadro 9 verifica-se a escala adotada para os critérios estimados, sem valor absoluto. No Quadro 10 está demonstrada a escala binária para o critério assistência técnica.

Quadro 10 - Escala binária para avaliar o critério Assistência Técnica

Pontuação	Critério para assistência técnica
0	O fornecedor não oferece assistência técnica gratuita
1	O fornecedor oferece assistência técnica gratuita

Fonte: Autoria própria (2021)

No Quadro 10 está demonstrada a escala binária, especificamente para o critério assistência técnica, demonstrando a existência ou não existência. No Quadro 11 estão descritos detalhadamente os critérios identificados para a aplicação.

Quadro 11 - Descrição dos critérios identificados pelos agricultores brasileiros para aplicação

Critérios	Descrição	Exemplos	
1. Preço do produto	Preço do produto, informado pelos fornecedores	Valor monetário em USD	Brasil/Portugal
2. Desconto	Redução no preço, oferecido como diferencial nas vendas	Porcentagem (%) com base na quantidade comprada	Brasil/Portugal
3. Custo de eficiência	Custo necessário para manter a eficiência das operações	Custos de treinamento e estocagem	Brasil/Portugal
4. Custo de durabilidade	Custo para garantir a durabilidade dos produtos	Custos de armazenamento e configuração	Brasil/Portugal
5. Custo de transporte	Soma dos custos de transporte de produtos	Custos de combustível, manutenção e tempo	Brasil/Portugal
6. Evolução do preço	Diferença de preço do produto em um período de tempo	Aumento periódico de preços; impostos; honorários	Brasil/Portugal
7. Impostos	Percentual atribuído sobre o preço pago pelos produtos	Porcentagem (%) com base no valor da compra	Portugal
8. Custo de falha de produção	Pontuação de relevância para custos relacionados à falha de produção	Falha que causa perdas de produção	Brasil
9. Custo de falha de produto	Pontuação de relevância para custos relacionados à falha do produto	Falha que causa perdas monetárias	Brasil/Portugal
10. Custo de recepção	Pontuação de relevância para custos relacionados às atividades necessárias ao recebimento de produtos	Local especial para armazenamento dos produtos	Brasil/Portugal
11. Custo de cotação	Pontuação de relevância para custos relacionados a atividades para realizar cotação de preços	Pessoas projetadas para realizar atividades de cotação	Brasil/Portugal

Critérios	Descrição	Exemplos
12. Custo de contrato	Pontuação de relevância para custos relacionados às atividades de gestão de contratos	Pessoas projetadas para realizar atividades de gestão de contratos Brasil
13. Custo de manutenção	Pontuação de relevância para custos relacionados às atividades de dos produtos em sua posse	Projeção da necessidade de realizar atividades de manutenção dos insumos Portugal
14. Assistência técnica	Existência ou ausência de assistência técnica gratuita oferecida pelo fornecedor	Treinamento gratuito para uso do produto Brasil/Portugal

Fonte: Autoria própria (2021)

Os pesos para os 14 critérios específicos considerados foram extraídos por meio da aplicação do questionário. Basicamente, essas informações visam esclarecer o que significa cada critério no cenário estudado, no qual será realizada a avaliação das alternativas.

Posteriormente, esses pesos foram calculados conforme demonstrado nas Tabelas 1 a 7 para as propriedades brasileiras e nas Tabelas 8 a 14 para as propriedades portuguesas, ambas do Apêndice C. A aplicação do modelo considerou os fornecedores e insumos da atividade de plantio de milho para o agronegócio familiar, uma vez que essa atividade é comum a todas as propriedades rurais pesquisadas.

4.2 Aplicação do modelo TCO/multicritério no Brasil aos agricultores familiares da região Sul do Brasil

A aplicação do modelo foi realizada considerando o cultivo do milho, para aquisição do insumo fertilizante químico (formulação 8-20-20), o qual representa aproximadamente 35% dos custos de produção no Brasil. Assim, a aplicação ocorrida nesta pesquisa abrangeu 11 fornecedores deste insumo, em uma análise de preferências com 33 agricultores familiares, em uma região abrangendo a Região Oeste do Estado de Santa Catarina, Sudoeste do Paraná, Noroeste do Rio Grande do Sul no Brasil. Essas regiões possuem uma grande concentração de propriedades rurais familiares (IBGE, 2017; 2021).

Nas propriedades rurais familiares brasileiras, o milho possui finalidades distintas, tais como: alimentação humana, venda de grãos, silagem para gado de leite ou corte, grãos secos para ração animal e produção de grão úmido para alimentação animal (MAPA, 2020).

O milho é uma das principais culturas produzidas no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor desse grão, com 64.143.414,00 toneladas produzidas em 14.958.862 hectares de área cultivada, em 2020 (ATLASBIG, 2021). Devido à importante contribuição da cultura do milho para o desenvolvimento econômico de áreas rurais familiares, e por ser uma

cultura comum aos produtores estudados, foi utilizada para a aplicação numérica do modelo (FAO, 2018b).

Como as fases 1 a 4 foram demonstradas na seção anterior, destacam-se a seguir as fases 5 a 7.

FASE 5: TCO e Abordagem multicritério (TCO e MCDM).

Nesta fase é organizada a matriz de avaliação, na qual são declaradas as alternativas potenciais para atender o problema, e posteriormente avaliadas em cada critério específico.

Tabela 3 – Matriz de avaliação para o insumo fertilizante químico no Brasil

Critérios / Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilid.	Custo de transporte	Evolução do preço	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica
Abrev. Unid.	PPR US\$	DISC US\$	EFF US\$	DUR US\$	TRC US\$	PEV US\$	CPRF Pont.	CPF Pont.	COR Pont.	CQO Pont.	CCO Pont.	TAS S/N
FORN-1	20,00	0,00	1,22	0,50	0,00	0,40	3	1	3	1	3	1
FORN-2	21,30	0,21	1,30	0,53	0,10	0,25	3	3	3	1	3	1
FORN-3	20,40	0,20	1,24	0,51	0,00	0,20	3	3	3	1	3	0
FORN-4	21,00	0,31	1,28	0,53	0,00	0,00	7	5	3	1	5	0
FORN-5	20,30	0,00	1,24	0,51	0,40	0,20	5	5	3	5	3	1
FORN-6	20,00	0,00	1,22	0,50	0,50	0,00	5	5	3	3	3	1
FORN-7	20,50	0,00	1,25	0,51	0,50	0,25	7	5	5	3	3	0
FORN-8	20,80	0,00	1,27	0,52	0,50	0,42	5	3	5	3	3	0
FORN-9	19,50	0,19	1,19	0,49	0,50	0,00	3	3	3	5	1	1
FORN-10	20,40	0,20	1,24	0,51	0,00	0,00	3	3	3	5	3	1
FORN-11	20,00	0,00	1,22	0,50	0,30	0,00	3	1	3	3	3	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Dois procedimentos são adotados nesta fase. O primeiro considera os custos monetários em um procedimento de classificação separado e os custos não monetários “estimados” em outro procedimento, com duas classificações diferentes (Tabelas 1 e 2 do Apêndice D) agregadas por média na Tabela 4.

A adoção desses procedimentos visa atender aos principais conceitos da teoria do TCO, em que a soma dos custos monetários (custos que podem ser avaliados economicamente) gera o *ranking* considerando aquele com a menor soma de custos. Este procedimento foi denominado TCO & MCDM neste trabalho.

A ordenação dos seis critérios monetários considerados pertinentes para o insumo fertilizante químico é apresentada na Tabela 1 do Apêndice D. Já na Tabela 2 do Apêndice D são demonstrados os seis critérios não monetários “estimados” considerados pertinentes para o insumo fertilizante químico.

Na Tabela 4 foi realizada uma agregação por média das classificações dos dois procedimentos considerados na abordagem TCO e MCDM, presentes nas Tabelas 1 e 2 do Apêndice D.

Tabela 4 – Classificação agregada para fertilizantes químicos - TCO e multicritério no Brasil

Alternativas	Ordenação Monetário (CM)	Ordenação Estimado (CE)	Ordenação Final Por média CM e CE
FORN-1	4°	1°	1°
FORN-2	10°	2°	6°
FORN-3	5°	3°	5°
FORN-4	7°	10°	8°
FORN-5	8°	9°	9°
FORN-6	6°	7°	7°
FORN-7	9°	11°	11°
FORN-8	11°	8°	10°
FORN-9	1°	5°	2°
FORN-10	2°	6°	4°
FORN-11	3°	4°	3°

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 4 é demonstrada a agregação das ordenações, considerando os critérios monetários na coluna com a identificação “CM” e os critérios não monetários “estimados” na coluna denominada “CE”. Ao final é composta a média ponderada da ordenação, criando a ordenação final, segundo a abordagem TCO & MCDM.

FASE 6: TCO + Abordagem multicritério (TCO + MCDM).

Cabe ressaltar que a coleta dos dados referente ao insumo fertilizante químico, ocorreu em fornecedores de produtos agrícolas, que oferecem o insumo considerado, num raio de 30 quilômetros do centro do município onde estão localizadas as propriedades rurais pesquisadas.

A escolha dos critérios de TCO foi realizada pelos próprios agricultores, que representam as propriedades rurais pesquisadas para definição das ordenações. Os 12 critérios eleitos como indispensáveis para avaliar os custos da cultura do milho foram avaliados nesta etapa.

FASE 7: Classificação de fornecedores - Aplicação do método MABAC multicritério.

A base do método MABAC é vista na definição da distância da função critério de cada alternativa da área de aproximação da fronteira. A próxima seção mostra o processo de implementação do método MABAC, consistindo em 6 etapas (PAMUCAR; CIROVIC, 2016).

MABAC etapa 1: Definição da matriz de decisão da avaliação (X).

Tabela 5 – Matriz de avaliação global (X) para o insumo fertilizante químico no Brasil

Critérios/ Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica
Peso (%)	10,65	9,84	9,42	9,34	9,00	8,75	7,7	7,64	7,47	7,32	7,07	5,8
Abrev.	PPR	DISC	EFF	DUR	TRC	PEV	CPRF	CPF	COR	CQO	CCO	TAS
Unid.	USD	USD	USD	USD	USD	USD	Pont.	Pont.	Pont.	Pont.	Pont.	Y/N
Direção	Bnf.	Cust.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Cust.
FORN-1	20,00	0,00	1,22	0,50	0,00	0,40	3	1	3	1	3	1
FORN-2	21,30	0,21	1,30	0,53	0,10	0,25	3	3	3	1	3	1
FORN-3	20,40	0,20	1,24	0,51	0,00	0,20	3	3	3	1	3	0
FORN-4	21,00	0,31	1,28	0,53	0,00	0,00	7	5	3	1	5	0
FORN-5	20,30	0,00	1,24	0,51	0,40	0,20	5	5	3	5	3	1
FORN-6	20,00	0,00	1,22	0,50	0,50	0,00	5	5	3	3	3	1
FORN-7	20,50	0,00	1,25	0,51	0,50	0,25	7	5	5	3	3	0
FORN-8	20,80	0,00	1,27	0,52	0,50	0,42	5	3	5	3	3	0
FORN-9	19,50	0,19	1,19	0,49	0,50	0,00	3	3	3	5	1	1
FORN-10	20,40	0,20	1,24	0,51	0,00	0,00	3	3	3	5	3	1
FORN-11	20,00	0,00	1,22	0,50	0,30	0,00	3	1	3	3	3	1

Fonte: Autoria própria (2021)

A Tabela 5 apresenta os valores individuais para cada um dos critérios, tanto para os monetários quanto estimados, nos 11 fornecedores pesquisados.

MABAC etapa 2: Normalização dos elementos da matriz de avaliação global (X), pela normalização linear max / min, calculada por meio da Equação 2

Na Tabela 3 do Apêndice D estão demonstrados os valores dos critérios monetários e estimados, mínimos e máximos, já normalizados, para análise na mesma unidade de avaliação. A normalização é necessária para que todos os critérios estejam na mesma unidade de mensuração para cálculo e avaliação.

MABAC etapa 3: Cálculo dos elementos da matriz ponderada (V). Os elementos da matriz ponderada (V) são calculados com base na Equação 3.

Na Tabela 4 do Apêndice D foram apresentados os valores dos critérios monetários e estimados, já normalizados, gerando o índice V. A normalização é necessária para que todos os critérios estejam na mesma unidade de mensuração para cálculo e avaliação.

MABAC etapa 4: Determinação da matriz da área de aproximação da fronteira (G). A área de aproximação da borda para cada critério é determinada de acordo com a Equação 4.

A Tabela 5 do Apêndice D apresenta os valores da matriz de linha de fronteira, para determinação do índice (G). Posteriormente o índice G vinculado ao índice anterior V, são base da etapa posterior.

MABAC etapas 5 e 6: Cálculo da distância de cada alternativa dos elementos da matriz de fronteira (Q) e *Ranking* das alternativas, conforme Equação 5.

Na Tabela 6 do Apêndice D estão demonstrados os valores do cálculo da matriz Q , para determinação da classificação final. Os valores levam em consideração a matriz ponderada normalizada (V) e Matriz de linha de fronteira (G). Os 12 critérios apresentados na Tabela 6 do Apêndice D são calculados de acordo com as preferências dos agricultores familiares, específicas para pequenas propriedades familiares. É possível verificar que a relevância da escolha dos critérios está baseada prioritariamente no envolvimento dos tomadores de decisão em todo o processo.

4.3 Resultados da aplicação do método TCO/multicritério aos agricultores familiares da região Norte de Portugal

Assim também como a aplicação anterior, realizada no Brasil, o modelo foi aplicado considerando o cultivo do milho, para aquisição do insumo fertilizante químico (formulação 8-20-20), o qual nas propriedades estudadas em Portugal representa aproximadamente 31% dos custos de produção.

A aplicação envolveu cinco fornecedores deste insumo, em uma análise de preferências com 13 agricultores familiares nos municípios de Braga e Guimarães, na Região Norte de Portugal. As características rurais desta região são possuir uma grande concentração de propriedades rurais familiares (DGADR, 2021).

Nas propriedades rurais familiares o milho possui finalidades distintas, dentre as quais podem-se destacar: alimentação humana, silagem para gado de leite ou corte, grãos secos ração animal (FAO, 2018b). O milho é uma das principais culturas produzidas no mundo, sendo que Portugal é o sexagésimo oitavo maior produtor de milho com 710.634,00 toneladas produzidas em 8.019,4 hectares, dados do ano de 2020 (ATLASBIG, 2021).

Devido à importante contribuição da cultura do milho para o desenvolvimento econômico de áreas rurais familiares, e por ser uma cultura comum entre as propriedades estudadas, essa foi utilizada para a aplicação numérica do modelo (FAO, 2018b).

FASE 5: TCO e Abordagem multicritério (TCO e MCDM).

Nesta fase é organizada a matriz de avaliação, na qual são declaradas as alternativas potenciais para atender o problema, e posteriormente avaliadas em cada critério específico.

Tabela 6 – Matriz de avaliação para o insumo fertilizante químico em Portugal

Critérios / Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilid.	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica
Abrev. Unid.	PPR USD	DISC USD	EFF USD	DUR USD	TRC USD	PEV USD	TAX USD	CPF Pont.	COR Pont.	CQO Pont.	CMA Pont.	TAS S/N
FORN-1	42,40	0,00	2,59	1,06	0,00	0,85	5,51	1	3	1	3	1
FORN-2	45,16	0,45	2,76	1,12	0,21	0,53	5,87	3	1	3	3	1
FORN-3	43,25	0,42	2,63	1,08	0,00	0,42	5,62	3	3	1	3	0
FORN-4	44,52	0,66	2,71	1,12	0,00	0,00	2,67	5	1	1	5	0
FORN-5	43,04	0,00	2,63	1,08	0,85	0,42	2,58	5	3	5	3	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Dois procedimentos são adotados nesta fase. O primeiro considera os custos monetários em um procedimento de classificação separado e os custos não monetários “estimados” em outro procedimento. Gerando assim duas classificações diferentes (Tabelas 7 e 8 do Apêndice D), que são agregadas por média na Tabela 7.

A adoção desses procedimentos visa atender aos principais conceitos da teoria do TCO, em que a soma dos custos monetários (custos que podem ser avaliados economicamente) gerará o *ranking* considerando a opção com a menor soma de custos. Este procedimento foi denominado TCO & MCDM neste trabalho.

Na ordenação apresentada na Tabela 7 do Apêndice D, verificam-se os sete critérios monetários considerados pertinentes para o insumo fertilizante químico. Na ordenação apresentada na Tabela 8 do Apêndice D estão demonstrados os cinco critérios não monetários “estimados” considerados pertinentes para o insumo fertilizante químico.

Na Tabela 7 é realizada uma agregação por média das classificações dos dois procedimentos considerados na abordagem TCO e MCDM, presentes nas Tabelas 7 e 8 do Apêndice D.

Tabela 7 – Classificação agregada para fertilizantes químicos - TCO e multicritério em Portugal

Alternativas	Ordenação Monetário (CM)	Ordenação Estimado (CE)	Ordenação Final Por média CM e CE
FORN-1	3°	1°	1°
FORN-2	5°	2°	4°
FORN-3	4°	3°	5°
FORN-4	1°	5°	2°
FORN-5	2°	4°	3°

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 7 é demonstrada a agregação das ordenações, considerando os critérios monetários na coluna com a identificação “CM” e os critérios não monetários “estimados” na

coluna denominada “CE”. Ao final é composta a média ponderada da ordenação, criando a ordenação final, segundo a abordagem TCO & MCDM.

FASE 5: TCO + Abordagem multicritério (TCO + MCDM).

Cabe ressaltar que a coleta dos dados referente ao insumo fertilizante químico, ocorreu em fornecedores de produtos agrícolas, que oferecem o insumo considerado, os quais estão localizadas em um raio de 25 quilômetros do centro do município de Braga, atendendo todas as propriedades.

De acordo com as preferências dos agricultores, os 12 critérios eleitos como indispensáveis para avaliar os custos da cultura do milho foram avaliados nesta etapa. Na Tabela 2 está demonstrada a média das respostas dos 13 agricultores, para formar o peso das seis dimensões consideradas, conforme questionário aplicado, e demonstrado no Apêndice A.

FASE 6: Classificação de fornecedores - Aplicação do método MABAC multicritério.

A base do método MABAC é a definição da distância da função critério de cada alternativa da área de aproximação da fronteira. A próxima seção indica o processo de implementação do método MABAC, consistindo em 6 etapas (Pamucar e Cirovic, 2016).

MABAC etapa 1: Definição da matriz de decisão da avaliação (X).

Tabela 8 – Matriz de avaliação global (X) para o insumo fertilizante químico de Portugal

Critérios/ Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica
Peso (%)	10,34	9,81	9,03	9,35	9,02	8,55	8,18	7,57	7,85	7,42	6,89	5,97
Abrev.	PPR	DISC	EFF	DUR	TRC	PEV	TAX	CPF	COR	CQO	CMA	TAS
Unid.	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	Pont.	Pont.	Pont.	Pont.	S/N
Direção	Bnf.	Cust.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Bnf.	Cust.
FORN-1	42,40	0,00	2,59	1,06	0,00	0,85	5,51	1	3	1	3	1
FORN-2	45,16	0,45	2,76	1,12	0,21	0,53	5,87	3	1	3	3	1
FORN-3	43,25	0,42	2,63	1,08	0,00	0,42	5,62	3	3	1	3	0
FORN-4	44,52	0,66	2,71	1,12	0,00	0,00	2,67	5	1	1	5	0
FORN-5	43,04	0,00	2,63	1,08	0,85	0,42	2,58	5	3	5	3	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 8 estão demonstrados os valores individuais para cada um dos critérios, tanto para os monetários quanto aos não monetários “estimados”, nos cinco fornecedores pesquisados.

MABAC etapa 2: Normalização dos elementos da matriz de avaliação global (X), pela normalização linear max / min, calculado por meio da Equação 2.

Na Tabela 9 do Apêndice D estão apresentados os valores dos critérios monetários e estimados, mínimos e máximos. A normalização é necessária para que todos os critérios estejam na mesma unidade de mensuração para cálculo e avaliação.

MABAC etapa 3: Cálculo dos elementos da matriz ponderada (V). Os elementos da matriz ponderada (V) são calculados com base na Equação 3.

Na Tabela 10 do Apêndice D estão apresentados os valores dos critérios monetários e estimados, já normalizados, gerando o índice V .

MABAC etapa 4: Determinação da matriz da área de aproximação da fronteira (G). A área de aproximação da borda para cada critério é determinada de acordo com a Equação 4.

A Tabela 11 do Apêndice D apresenta os valores da matriz de linha de fronteira, para determinação do índice (G). Posteriormente o índice G vinculado ao índice anterior V , são base da etapa posterior.

MABAC etapas 5 e 6: Cálculo da distância de cada alternativa dos elementos da matriz de fronteira (Q) e *Ranking* das alternativas, conforme Equação 5.

Na Tabela 11 do Apêndice D demonstra-se os valores do cálculo da matriz Q , para determinação da classificação final. Os valores levam em consideração a matriz ponderada normalizada (V) e Matriz de linha de fronteira (G). Os 12 critérios apresentados na Tabela 11 do Apêndice D são calculados de acordo com as preferências dos agricultores familiares, que são específicas para pequenas propriedades familiares portuguesas.

4.4 Discussão dos resultados

Na presente seção são apresentadas duas sub-seções, primeiramente a discussão do desenvolvimento do modelo. Posteriormente são apresentadas as discussões dos resultados da aplicação do modelo.

4.4.1 Discussão do desenvolvimento do modelo

Em relação aos conceitos iniciais descritos por Degraeve e Roodhooft, (1999b) e Degraeve *et al* (2000), Degraeve; Roodhooft; Doveren (2005a) o modelo proposto no presente estudo está ancorado nas premissas indicadas pelos autores para aplicação em todos os negócios. A adaptação para a realidade do agronegócio está alicerçada nas particularidades do

ambiente das pequenas propriedades rurais e necessidades regionais, porém com possibilidade de aplicação global.

Os aspectos relacionados ao TCO e MCDM demonstram-se complementares na construção do modelo. Inicialmente a “filosofia” do TCO parte do princípio do envolvimento de todos os elementos relacionados com a estrutura de custos dos insumos em estudo, na qual o menor custo demonstra-se como a melhor opção em cada análise. Em contraponto ao TCO, os métodos multicritérios de apoio a decisão, reconhecem as preferências eleitas pelos decisores, sem considerar outros aspectos não reconhecidos pelos decisores.

Conforme verificado por meio da aplicação do modelo, a junção e integração dos métodos mostrou-se relevante no sentido de complementariedade das possíveis deficiências de cada um dos métodos isoladamente, tornando assim uma ferramenta menos frágil e adaptável para cada contexto de aplicação.

O TCO possui uma característica de reconhecimentos de todos os valores de custos relacionados à aquisição de insumos ou serviços, conceitos aplicáveis principalmente para o processo de seleção de fornecedores. Já os métodos MCDM são aplicáveis em diferentes contextos, possibilitando que a opinião dos decisores tenham importância expressa sobre os problemas expostos para resolução.

Ambos os métodos descritos possuem conceitos totalmente diferenciados. O TCO possui viés totalmente econômico, indicando como melhor alternativa aquela com menor custo. No MCDM, a melhor decisão é a que está mais adequada com a opinião dos decisores em relação aos critérios e alternativas avaliadas. A junção dos dois conceitos possibilita a integração total das características particulares de cada um, permitindo a integração do menor custo e das preferências dos decisores mais adequadas em uma única decisão.

O modelo proposto mostra-se passível de generalização para outros contextos e ambientes, pois é baseado em conceitos genéricos e adaptáveis para vários tipos de negócios e de realidades. A inclusão da dimensão “comportamento de compra” permite proporcionar um viés regional e específico para a aplicação personalizada para cada situação de análise, seja para mercadorias ou serviços, ou para contextos e ambientes diferenciados.

As possibilidades geradas por meio da aplicação do modelo no ambiente do agronegócio familiar são aumentadas pela flexibilidade e adaptabilidade demonstrada. Quando realizada a aplicação, por meio da opinião da avaliação dos critérios pelos decisores, é possível a inclusão, exclusão e adaptação de critérios e melhorias necessárias para tal.

Os custos no ambiente agrícola são elementos que necessitam de acompanhamento constante, principalmente devido ao dinamismo das atividades e culturas, sejam perenes ou não. A ligação com o mercado externo e o clima também é um fator de relevante cuidado que é necessário para o agricultor de pequenas propriedades rurais. Todos esses fatores podem ser minimizados com a utilização do modelo em questão, pois o mesmo fornece a possibilidade de acompanhamento de todos os custos relacionados ao processo de aquisição de insumos, com flexibilidade da inclusão e mudança de critérios com grande rapidez.

Devido a esse dinamismo, o modelo é adaptável para diferentes países, como foi o caso da aplicação, em dois países em dois diferentes continentes, com características de mercado e de clima totalmente diferenciadas. Portanto o modelo é passível de aplicação em outros países e regiões com necessidades e com maneiras particulares de gestão das propriedades rurais.

Ainda é possível verificar que o modelo proposto vai além da melhoria dos aspectos financeiros, pois o mesmo possibilita a inclusão de critérios a qualquer momento, dependendo da necessidade do decisor ou do contexto em que o modelo é utilizado. Por esse motivo pode-se destacar a mais valia do modelo, podendo ser flexível no momento em que há necessidade para tanto.

Frente a estas possibilidades de flexibilidade de aplicação do modelo e inclusão e exclusão de critérios, verifica-se a possibilidade da generalização de aplicação em diferentes contextos e ambientes. A aplicação ocorreu no agronegócio familiar, porém a construção do modelo foi realizada de maneira a reconhecer aspectos abrangentes vinculados a outros tipos de negócios e possibilidades de aplicações futuras.

O modelo mostra-se replicável em outros ambientes e contextos. No ambiente industrial é possível aplica-lo, pois os critérios verificados são coerentes com a literatura que aborda estes mesmos critérios a serem elencados na aquisição de novos fornecedores ou produtos (DEGRAEVE; ROODHOOFT, 1999a; DEGRAEVE; LABRO; ROODHOOFT, 2000). A aplicabilidade do modelo pode ser generalizada no momento da escolha de insumos e seus respectivos fornecedores, podendo ainda ser cruzados os resultados das aplicações utilizando o TCO & Multicritério e o TCO + Multicritério.

As qualidades do modelo podem ser verificadas quanto aos benefícios resultantes da escolha dos insumos mais adequados de acordo com os critérios elencados pelos decisores, além da flexibilidade do modelo para inclusão ou exclusão de critérios e conseqüente adaptação em ambientes e contextos distintos. Como possíveis pontos de melhoria do modelo,

verifica-se a necessidade de integração com sistemas de tecnologia da informação, a fim de possibilitar uma melhor operacionalidade do modelo para uma aplicação mais dinâmica e interação com outros fatores de gestão das propriedades rurais.

Conforme indicado por Lizot, Trojan e Afonso (2021), o modelo integrado de TCO e multicritério possui o fator inédito de utilizar a metodologia do Custo Total de Propriedade e incluir o dinamismo da opinião do decisor, ao proporcionar as multi-etapas de determinação de pesos. Desta maneira, o modelo corrobora com a indicação do estudo de Ellram e Siferd (1998), que indicou a necessidade de inclusão de fatores relacionados a tomada de decisão sob o aspecto do gestor na utilização do Custo Total de Propriedade como elemento de decisão na gestão de custos.

Na Região Sul do Brasil, a necessidade do modelo foi de atender a visão do agricultor quanto ao preço pago pelo insumo e as distâncias e custos relacionados à entrega do fornecedor até a propriedade rural. Ainda destaca-se a necessidade de assistência técnica por parte do agricultor com o fornecedor, além da diversidade de insumos com características similares para escolha de aquisição, dificultando o processo de análise sem a utilização de ferramentas de auxílio.

Já na Região Norte de Portugal, o modelo atende as mesmas necessidades voltadas aos preços dos produtos, porém com a inclusão do critério “impostos”, observados como relevantes pelos agricultores. A existência de alguns subsídios de fomento para atividades específicas verifica-se como fator diferencial na realidade portuguesa, seja por acesso a linhas diferenciais de crédito, seja por diferenças de impostos não cobradas pela venda dos produtos desses agricultores familiares.

Mesmo com essas diferenças e peculiaridades em ambos os países, o modelo mostrou-se adaptável e suficientemente capaz de reconhecer todas as necessidades e apresentar resultados palpáveis para os agricultores, sem lacunas ou falhas de aplicação. Logo a generalização do modelo é possível para demais locais, também em outros países ou continentes, além de outros ambientes, quer sejam industriais, prestadores de serviços ou órgãos públicos, visto que o modelo apresenta a capacidade de moldar-se a estes contextos.

4.4.2 Discussão dos resultados da aplicação do modelo

Conforme destacado anteriormente, o modelo foi aplicado em um processo de seleção de fornecedores considerando os insumos mais relevantes para o cultivo da cultura do

milho (fertilizante químico). Nas tabelas na seção anterior estão apresentados os cálculos para esta aplicação de maneira mais completa.

Os resultados estão resumidos na Tabela 9 e 10, ilustrando as classificações encontradas para os fornecedores em cada abordagem considerada (TCO & MCDM e TCO + MCDM). Essas aplicações abrangem diferentes conceitos e abordagens de gerenciamento de custos. A pura aplicação do TCO determina que o melhor resultado para o agricultor é a opção com a menor soma dos custos calculados, recomendando se deve minimizar a soma dos custos.

A abordagem utilizando multicritério, na qual os pesos dos critérios são definidos previamente pelos agricultores familiares, fornece resultados que integram as melhores alternativas entre os resultados definidos pelos próprios decisores e o TCO, o que não é necessariamente a alternativa mais barata.

Essa nova visão permite que os agricultores familiares tomem uma decisão mais assertiva, atendendo às preferências deles próprios, sobre os critérios elencados. Ressalta-se que, caso o agricultor deseje redefinir os pesos dos critérios, de acordo com as necessidades das atividades em suas propriedades, estas podem ser realizadas a qualquer momento, tornando assim a decisão customizada ao contexto e ambiente de cada propriedade familiar.

Na Tabela 9 estão descritos os resultados finais da aplicação do modelo, elencando as duas possibilidades de aplicação (TCO & MCDM e TCO + MCDM), e ao final, apresenta-se a média das duas possibilidades, formando o resultado final médio.

Tabela 9 – Resumo das classificações (TCO & MCDM e TCO + MCDM) no Brasil

Alternativas	Ordenação Fertilizante		
	TCO & MCDM	TCO + MCDM	Média
FORN-1	1°	4°	2°
FORN-2	6°	7°	6°
FORN-3	5°	2°	4°
FORN-4	8°	8°	8°
FORN-5	9°	9°	9°
FORN-6	7°	6°	7°
FORN-7	11°	10°	11°
FORN-8	10°	11°	10°
FORN-9	2°	1°	1°
FORN-10	4°	5°	5°
FORN-11	3°	3°	3°

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 9 são demonstrados os resultados da ordenação composta pelo insumo pesquisado (fertilizante químico), nos 11 fornecedores verificados. Para cada fornecedor, são

demonstrados os resultados encontrados com a abordagem que considerou minimização de custos (TCO & MCDM), encontrados com a abordagem que considerou o peso dos critérios e minimização de custos (TCO + MCDM). Em cada coluna também é apresentada a média composta pelas duas abordagens, mostrando a classificação dos melhores fornecedores levando em consideração todos os critérios estipulados.

Na coluna com a avaliação do insumo fertilizante químico, demonstra-se que a melhor solução considerando TCO & MCDM é o “Fornecedor 1” (FORN-1), seguido do “Fornecedor 9” (FORN-9) como segunda melhor opção e “Fornecedor 11” (FORN-11) como terceira melhor opção.

Ao se considerar o efeito do peso dos critérios estipulados pelos decisores, TCO + MCDM, tem-se “Fornecedor 9” (FORN-9) como a melhor opção, “Fornecedor 3” (FORN-3) como a segunda melhor opção e “Fornecedor 11” (FORN-11) como a terceira melhor opção.

Verificando-se a média das duas avaliações (TCO & MCDM e TCO + MCDM) a situação é semelhante, reconhecendo o “Fornecedor 9” como a melhor opção, o “Fornecedor 1” como a segunda melhor opção e o “Fornecedor 11” como a terceira melhor opção.

Portanto, foi demonstrado por meio dos resultados que, para a aquisição de fertilizantes, a melhor opção reconhecendo a minimização do TCO e os critérios determinados pelos agricultores, é “Fornecedor 9” (FORN-9), proporcionando economia financeira substancial ao agricultor, frente suas preferências.

Na tabela 10 estão demonstrados os resultados finais da aplicação do modelo nos cinco fornecedores em Portugal, destacando (TCO & MCDM e TCO + MCDM), e ao final, apresenta-se a média das duas possibilidades, formando assim o resultado final médio.

Tabela 10 – Resumo das classificações (TCO & MCDM e TCO + MCDM) em Portugal

Alternativas	Ordenação Fertilizante		Média
	TCO & MCDM	TCO + MCDM	
FORN-1	1°	1°	1°
FORN-2	4°	5°	5°
FORN-3	5°	2°	3°
FORN-4	2°	3°	2°
FORN-5	3°	4°	4°

Fonte: Autoria própria (2021)

Na Tabela 10 são demonstrados os resultados da ordenação composta pelo insumo pesquisado (fertilizante químico) nos cinco fornecedores em Portugal. Para cada fornecedor, são demonstrados os resultados encontrados com a abordagem que considerou minimização

de custos (TCO & MCDM), os resultados encontrados com a abordagem que considerou o peso dos critérios e minimização de custos (TCO + MCDM).

Em cada coluna também é apresentada a média composta pelas duas abordagens, compondo a classificação dos melhores fornecedores levando em consideração todos os critérios estipulados. Avaliando-se a média das duas análises (TCO & MCDM e TCO + MCDM) tem-se resultados, reconhecendo o “Fornecedor 1” como a melhor opção, o “Fornecedor 4” como a segunda melhor opção e o “Fornecedor 3” como a terceira melhor opção.

Percebeu-se uma economia substancial na aquisição do insumo estudado, necessário para o desenvolvimento da cultura do milho e corrobora com a teoria relacionada ao TCO descrita por Degraeve, *et al.* (2004), que proporcionou o desenvolvimento de soluções eficientes para comparar o processo de compra de mercadorias em diversos tipos de negócios.

Essa economia pode chegar a cerca de 13% para o insumo estudado. Este modelo baseado em TCO multicritério pode apoiar com benefícios o processo de tomada de decisão para os agricultores familiares.

A falta de métodos de gestão de custos no agronegócio familiar em todo o mundo torna-se um fator limitante no processo de tomada de decisão e competitividade desses negócios, corroborando com os resultados de Sharma (2012), que indica esta relevância da gestão de custos para o agronegócio em pequenas propriedades. Portanto, este estudo apresentou um Modelo TCO/MCDM para gestão de custos que integra os conceitos de TCO e abordagem multicritério, avançando os resultados e as aplicações realizadas nos estudos de Govdya *et al.* (2017); Mochnacz *et al.* (2017) e Lips (2017).

As principais vantagens agregadas pelo modelo são: possibilidade de ser aplicado em propriedades rurais familiares em qualquer região do mundo, facilidade de aplicação pelo próprio agricultor (sem a necessidade de especialistas), permite alterações de pesos e critérios a qualquer momento pelo decisor, flexibilidade de adaptação para outros ambientes ou atividades produtivas.

Para o auxílio à tomada de decisão, o modelo proporciona a possibilidade de segmentação das atividades, permitindo realizar escolhas individuais ou coletivas, suprimindo as necessidades indicadas por Govdya *et al.* (2017), no reconhecimento dos resultados segmentados por atividades ou negócios nas propriedades rurais. O modelo mostrou-se aderente para todas as propriedades, determinando quais composições de fornecedores e

insumos são as mais eficazes para cada aplicação, possibilitando assim a customização das decisões para cada tipo de produção.

Desta forma, é possível com este modelo, gerar informações, consistentes para auxiliar os proprietários tomarem as decisões cabíveis, incrementando os recursos nestas atividades, possibilitando o aumento da produção e conseqüentemente a diminuição dos custos. Corrobora, assim, com as necessidades indicadas nos estudos de Seldon e Groenewald (1966), Louwagie *et al.* (2012), Sharafat (2016) e Sharma (2012) para os modelos de gestão rural.

A aplicação do modelo mostrou-se relevante e aderente ao contexto específico no qual foi aplicado, demonstrando sua utilização em futuras pesquisas em todo o ambiente do agronegócio familiar, bem como no dia-a-dia pelos agricultores familiares, por meio da aplicação em planilhas eletrônicas ou *softwares*. Com a utilização destas ferramentas é possível a melhoria dos resultados das propriedades, desta maneira auxiliando o desenvolvimento econômico e social da região. Também pode ser considerado um vetor de auxílio no desenvolvimento dos negócios e permanência do agricultor no meio rural, estando de acordo com as necessidades indicadas no estudo de Suess-Reyes e Fuetsch (2016).

O modelo pode ser implementado na prática pelos próprios agricultores familiares. Porém sugere-se a utilização para disseminação por agentes de extensão rural como órgãos vinculados com o poder público, órgãos de pesquisa e extensão rural, sindicatos rurais e cooperativas agrícolas. Outro ponto viável de aplicação é a inclusão dos conceitos do modelo em módulos de *softwares* já existentes, a fim de incrementar o processo de análise e tomada de decisão.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Na presente seção são apresentadas primeiramente as conclusões relacionadas ao modelo e sua aplicação. Posteriormente são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

Sugeriu-se um modelo integrado de análise de custos com insumos e fornecedores, com base em critérios previamente definidos pelos decisores, proporcionando uma ferramenta a ser utilizada pelos produtores rurais. A aplicação e os resultados indicam aos leitores/pesquisadores possibilidades de replicar os procedimentos e teorias de forma adequada para o contexto e ambiente escolhido.

Os resultados encontrados proporcionam a melhor alternativa para a seleção de fornecedores e insumos, demonstrados por meio de um *ranking* encontrado, para cada um dos fornecedores do insumo analisado, considerando três abordagens distintas: TCO & MCDM, TCO + MCDM e a média das aplicações anteriores. Essas abordagens englobaram diferentes conceitos e teorias de gestão de custos.

A abordagem TCO & MCDM preconiza que se deve minimizar a soma dos custos. Já a abordagem TCO + MCDM considera que o peso dos critérios pode expressar o melhor compromisso entre os resultados.

Demonstrou-se que a melhor alternativa não é necessariamente o menor custo. Com isso é possível atender às preferências dos decisores e características das propriedades rurais familiares.

Verificou-se economias substanciais para o agronegócio familiar corroborando com a teoria relacionada ao TCO descrita por Degraeve; Labro; Roodhooft, (2004). Essa teoria mencionada, auxiliou no desenvolvimento de soluções eficientes para comparar o processo de compra de bens em diversos tipos de negócios do setor industrial. Esse modelo baseado em TCO multicritério apoia o processo de tomada de decisão nas aquisições de insumos no agronegócio familiar.

Nesse contexto, são necessários estudos que possibilitem a definição dos melhores fornecedores para os insumos utilizados nas atividades do agronegócio, de maneira a garantir que os principais aspectos do TCO proporcionem uma análise aprofundada dos benefícios de cada insumo e fornecedor. Esse modelo fornece uma visão geral dos custos ocultos (incluídos

no TCO) tradicionalmente não verificados no momento da compra de insumos pelos agricultores familiares, contribuindo assim para o desenvolvimento dessas propriedades.

As implicações práticas deste trabalho estão pautadas no fornecimento de uma ferramenta eficiente para reconhecer todos os custos e preferências importantes no agronegócio familiar. Com isso, as implicações sociais podem ser alcançadas melhorando a qualidade de vida nas atividades rurais e, conseqüentemente, a qualidade dos produtos cultivados neste setor.

Do ponto de vista financeiro, a economia gerada pode ser transformada em investimentos, aumentando a sustentabilidade financeira da propriedade rural, o que conseqüentemente proporciona mais renda e melhor qualidade de vida aos agricultores familiares, corroborando com os resultados preconizados por Sharma (2012).

Algumas implicações teóricas podem ser destacadas. Primeiramente, aquelas relacionadas com a nova abordagem de gestão de custos na agricultura, considerando o TCO e a análise multicritério conjuntamente.

O benefício introduzido na teoria geral do TCO está em consonância com o fato de que a inclusão do elemento MCDM fornece uma visão que introduz a opinião do decisor no processo de cálculo do TCO, porque em alguns momentos de uma atividade ou negócio, o menor TCO não é necessariamente a melhor opção para a realidade da empresa.

Portanto, a novidade do modelo é permitir a inclusão da opinião do decisor, tornando o modelo aderente às suas necessidades, evoluindo o conceito de TCO recomendado por Degraeve *et al.* (1999ab).

No ambiente do agronegócio familiar, a inclusão do MCDM proporciona a customização do modelo de TCO para a realidade de cada propriedade rural incluindo os pesos dos critérios elencados pelos próprios agricultores. Os benefícios práticos dessa inclusão podem ser vinculados ao reconhecimento de fatores relacionados ao clima, às políticas cambiais e às perspectivas futuras de mercado para as atividades desenvolvidas pelos produtores rurais. Tudo isso seria impossível se apenas os custos fossem considerados.

O estudo partiu do reconhecimento de carências do emprego de metodologias mais sólidas no tratamento das informações dentro das propriedades, no sentido de dar mais possibilidades de trata-las e transformá-las em elementos com caráter gerencial, principalmente as vinculadas aos custos de aquisições de insumos. Logo essa lacuna específica foi preenchida com o desenvolvimento do presente modelo. Porém mesmo com o

preenchimento da referida lacuna, é possível observar limitações e possibilidades de desenvolvimento de pesquisas futuras.

Uma das limitações deste estudo é o fato de sua aplicação se restringir aos critérios definidos para o ambiente do agronegócio familiar de um único local. Portanto, para aplicação em outros ambientes, os pesquisadores precisarão novamente reconhecer os critérios e seus respectivos pesos da nova população pesquisada.

Como oportunidade de investigação, destaca-se a definição de critérios e respectivos pesos reconhecidos pelos agricultores familiares, em um grande número de diferentes regiões e contextos, de forma a reconhecer os critérios e pesos que caracterizam cada região. Outra oportunidade que se destaca é a aplicação do modelo a empresas que não sejam do agronegócio, com o objetivo de verificar a aderência do modelo para tais contextos.

A novidade dessa proposta pode ser destacada pela união de elementos de TCO selecionados a partir dos critérios, e integrados com a MCDM (AHP e MABAC), permitindo que os decisores tomem decisões mais eficientes em um cenário complexo.

Portanto, pode-se considerar que este estudo melhora o entendimento sobre o TCO e a gestão dos custos agrícolas, utilizando o procedimento de ordenação que permite selecionar insumos e fornecedores. Assim, contribui para aumentar o conhecimento sobre a utilização do TCO em empresas rurais e sobre as atividades de gestão de custos.

Destaca-se a relevância do modelo sob o viés prático pela organização do gerenciamento da aquisição de insumos nas propriedades rurais familiares, permitindo ter melhores resultados com produtividade, o que pode gerar também elevação dos lucros e conseqüentemente ações de investimento em melhorias.

Ao final do desenvolvimento do modelo sugerido e aplicação do estudo, espera-se que os impactos econômicos provocados pelas decisões tomadas, por meio da utilização do presente modelo, sejam motivadoras no auxílio ao desenvolvimento econômico e social, tanto das propriedades quanto regional. O estudo também é fonte propulsora de auxílio para o desenvolvimento da literatura científica no tema gestão de custos no agronegócio, avançando na aplicação de métodos que permitam a melhoria do resultado das atividades produtivas.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

São apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros:

- O modelo de priorização para o decisor pode ser estendido para criar matrizes de decisão em variados ambientes de negócio, como por exemplo: logística, indústria de transformação e serviços;

- Pode-se utilizar o presente modelo em desenvolvimento de uma base tecnológica, utilizando informática, fazendo com que a ferramenta de gestão seja desenvolvida em uma plataforma via internet, sendo especialmente útil para os agricultores em locais distantes e separados por grandes distâncias geográficas;

- Com o modelo, pode-se desenvolver um *software* específico, ou até mesmo, a inclusão como um módulo adicional de gestão de custos e seleção de fornecedores em um *software* de gestão rural existente. A exemplo do *software Perfarm*, de acesso gratuito disponibilizado pela Embrapa.

Nesse contexto, é reconhecida a necessidade de estudos que possibilitem a definição dos melhores fornecedores de insumos para a produção do agronegócio familiar, de forma a garantir que os principais aspectos do TCO proporcionem uma análise aprofundada dos benefícios de cada insumo e fornecedor. Este modelo buscou fornecer uma visão geral dos custos ocultos (TCO) tradicionalmente não verificados no momento da compra de insumos pelos agricultores familiares, unindo a opinião dos próprios agricultores familiares, com utilização do MCDM, contribuindo para o desenvolvimento econômico e aumentando a qualidade de vida no campo.

Cabe destacar que, apesar dos métodos multicritérios de eleição de prioridades de decisores, utilizados no presente estudo, terem sido aplicados para problemas de gestão de custos de aquisição de insumos nas propriedades rurais, suas utilizações não estão restritas a apenas esse contexto e ambiente.

Pode-se ampliar de maneira geral o ambiente de utilização do modelo proposto para uma análise de gerenciamento em outros ambientes e setores do agronegócio e segmentos correlatos, de maneira que possam ser utilizados para resolver problemas nas mais diversas áreas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A.; KUMAR, M.; WALKER, H. A decision theory perspective on complexity in performance measurement and management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, n. 11, p. 2214-2244, 2018.
- ANDREWS, S.S., CARROLL, C.R. Designing a Soil Quality Assessment Tool for Sustainable Agroecosystem Management. **Ecological Applications**, v. 11, n. 6, p. 1573-1585, 2011.
- ANTOINE, J., FISCHER, G., MAKOWSKI, M. Multiple criteria land use analysis. **Applied Math Computer**, v. 83, n. 3, p. 195-215, 1997.
- ATLASBIG, **Principais países produtores de milho**. (2021). Disponível em: <https://www.atlasbig.com/pt-pt/paises-por-producao-de-milho> Acesso em: 21 de setembro de 2021.
- BACCHETTI, A.; BONETTI, S.; PERONA, M.; SACCANI, N. Investment and management decisions in aluminium melting: A total cost of ownership model and practical applications. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 1-36, 2018.
- BARROS, F. S.; CASSEL, R. A.; DENICOL, J. Analysis of the purchase of inputs from suppliers in the TCO perspective. **Espacios**, v. 36, n. 13, p. 8, 2015.
- BARTOLINI, F.; BAZZANI, G. M.; GALLERANI, V.; RAGGI, M.; VIAGGI, D. The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: An analysis based on farm level multi-attribute linear programming models. **Agricultural Systems**, v. 93, p. 90–114, 2007.
- BARUT, Z. B.; ERTEKIN, C.; KARAAGAC, H.A. Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. **Energy**, v. 36, p. 5466-5475, 2011.
- BELTON, V., STEWART, T. **Multiple Criteria Decision Analysis: an Integrated Approach**. Springer US, 2002.
- BERBEL, J., GÓMEZ-LIMÓN, J. A. The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. **Agricultural Water Management**, v. 43, p. 219-238, 2000.
- BERGEZ, J. E.; COLBACHB, N.; CRESPO, O.; GARCIA, F.; JEUFFROY, M. H.; JUSTES E.; LOYCE, C.; MUNIER-JOLAIN, N.; SADOK, W. Designing crop management systems by simulation. **European Journal Agronomy**, v. 32, p. 3–9, 2010.
- BERGMANN, A.; COLOMBO, S.; HANLEY, N. Rural versus urban preferences for renewable energy developments. **Ecological economics**, v.65, p. 616-625, 2008.
- BHUTTA, K. S.; HUQ, F. Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. **Supply Chain Management**, v. 7, n. 3, p. 126-135, 2002.

- BINDER, C.R., FEOLA, G., STEINBERGER, J.K. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 2, p. 71-81, 2010.
- BJORKHAUG, H.; BLEKESAUNE, A. Gender and work in Norwegian family farm business. **Sociologia Ruralis**, v. 48, n. 2, p. 152–165, 2008.
- BORIN, M.; PASSONI, M.; THIENE, M.; TEMPESTA, T. Multiple functions of buffer strips in farming areas. **European Journal Agronomy**, v. 32, p. 103–111, 2010.
- BRASIL. Governo Federal. **Agricultura familiar brasileira é a 8º maior produtora de alimentos do mundo**. (2018). Disponível em: <<http://legado.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/06/agricultura-familiar-brasileira-e-a-8a-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>> Acesso em: 12 de outubro, 2021.
- BRONSON, K.; KNEZEVIC, I.; CLEMENT, C. The Canadian family farm, in literature and in practice. **Journal of Rural Studies**, v. 66, p. 104-111, 2019.
- CANIATO, F.; RONCHI, S.; LUZZINI, D.; BRIVIO, O. Total cost of ownership along the supply chain: A model applied to the tinting industry. **Journal Production Planning & Control**, v.26, p.427–437, 2015.
- CASA CIVIL. Casa Civil: Sub-chefia de assuntos jurídicos. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. (2006). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm> Acesso em: 24 de agosto de 2021.
- CASTRO SILVA, A. C. G.; FONTES, C. H. O.; BARBOSA, A. S. Multicriteria evaluation model for organizational performance management applied to the Polo Fruit Exporter of the São Francisco Valley. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.117, p. 168-176, 2015.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. (2020). Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em: 15 de abril de 2021.
- CHAWLA, N.; KUMAR, D. Desktop virtualization—Desktop as a service and formulation of TCO with return on investment. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v.731, p.599-608, 2018.
- CHEN, T. A diversified AHP-tree approach for multiple-criteria supplier selection. **Computational Management**, v. 18, p. 431–453, 2021.
- COBULOGLU, H. I.; BÜYÜKTAHTAKIN, E. I. A stochastic multi-criteria decision analysis for sustainable biomass crop selection. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 15, p. 6065-6074, 2015.
- COLLINS, M. G., STEINER, F. R., RUSHMAN, M. J. Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. **Environment Management**, v. 28, n. 5, p. 611-621, 2001.

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos da produção agrícola: a metodologia da Conab.** (2020). Disponível em: <
https://www.conab.gov.br/images/arquivos/informacoes_agricolas/metodologia_custo_producao.pdf> Acesso em: 10 de agosto de 2021.
- DALALAH, D.; HAYAJNEH, M.; BATIEHA, F. A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 7, p. 8384-8391, 2011.
- DANTSIS, T., DOUMA, C., GIOURGA, C., LOUMOU, A., LOLYCHONAKI, E.A. A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 256-263, 2010.
- DARNHOFER, I.; LAMINE, C.; STRAUSS, A.; NAVARRETE, M. The resilience of family farms: Towards a relational approach. **Journal of Rural Studies**, v. 44, p. 111-122, 2016.
- DE LUCA, A. I., MOLARI, G., SEDDAIU, G., TOSCANO, A., BOMBINO, G., LEDDA, L., MILANI, M., VITTUARI, M. Multidisciplinary and innovative methodologies for sustainable management in agricultural systems. **Environmental Engineering and Management Journal**, v.14, n.7, p. 1–11, 2015.
- DE LUCA, A.I., IOFRIDA, N., LESKINEN, P., STILLITANO, T., FALCONE, G., STRANO, A., GULISANO, G. Life cycle tools combined with multi-criteria and participatory methods for agricultural sustainability: Insights from a systematic and critical review. **Science of the Total Environment**, v. 595, p. 352-370, 2017.
- DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. Effectively selecting suppliers using total cost of ownership. **The Journal of Supply Chain Management**, v. 35, n. 4, p. 5-10, 1999a.
- DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F. Improving the efficiency of the purchasing process using total cost of ownership information: The case of heating electrodes at Cockerill Sambre S.A. **European Journal of Operational Research**, v. 112, n. 1, p. 42-53, 1999b.
- DEGRAEVE, Z.; LABRO, E.; ROODHOOFT, F. An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective. **European Journal of Operational Research**, v.125, n. 1, p. 34–58, 2000.
- DEGRAEVE, Z.; LABRO, E.; ROODHOOFT, F. Total cost of ownership purchasing of a service: The case of airline selection at Alcatel Bell. **European Journal of Operational Research**, v.156, p. 23–40, 2004.
- DEGRAEVE, Z.; ROODHOOFT, F.; DOVEREN, D. The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system. **Journal of the Operational Research Society**, v. 56, n. 1, p. 51–59, 2005a.
- DEGRAEVE, Z.; LABRO, E.; ROODHOOFT, F. Constructing a Total Cost of Ownership supplier selection methodology based on Activity-Based Costing and mathematical programming. **Accounting and Business Research**, v. 35, n. 1, p. 3-21, 2005b.

DGADR. Direcção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Carta da Agricultura Familiar Portuguesa**. (2021). Disponível em:

<<http://agriculturafamiliar.dgadr.pt/images/docs/Recursos/cartaagriculturafamiliar.pdf>>

Acesso em: 26 de maio de 2021.

DILLON, J. L.; PERRY, C. Multi attribute utility theory: multiple objectives and uncertainty in ex ante project evaluation. **Review of Marketing and Agricultural Economics**. v. 45, n. 2, p. 3-27, 1977.

DOGAN, I.; AYDIN, N. Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 4, p. 1072-1085, 2011.

EAKIN, H.; BOJÓRQUEZ-TAPIA, L. A. Insights into the composition of household vulnerability from multicriteria decision analysis. **Global Environmental Change**, v. 18, p. 112–127, 2008.

EDERER, N. Evaluating capital and operating cost efficiency of offshore wind farms: A DEA approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 1034-1046, 2015.

ELLRAM, L. M. Total Cost of Ownership: Elements and Implementation. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 29, n. 3, p. 2–11, 1993.

ELLRAM, L. M. Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 25, n. 8, p. 4-23, 1995.

ELLRAM, L. M.; SIFERD, S. P. Total cost of ownership: A key concept in strategic cost management decision. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 1, p. 55–76, 1998.

ERSOY, Y.; DOGAN, N. O. An integrated model of fuzzy AHP/Fuzzy DEA for measurement of supplier performance: A case study in textile sector. **International Journal of Supply and Operations Management**, v. 7, n. 1, p. 17 – 38, 2020.

ESSIEN, E.; DZISI, K. A.; ADDO, A. Decision support system for designing sustainable multi-stakeholder networks of grain storage facilities in developing countries. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 147, p. 126-130, 2018.

EU. European Union. **Agriculture**. (2019). Disponível em: <https://europa.eu/european-union/topics/agriculture_en> Acesso em: 20 de junho de 2021.

FALCONE, G., DE LUCA, A., STILLITANO, T., STRANO, A., ROMEO, G., GULISANO, G. Assessment of environmental and economic impacts of vine-growing combining life cycle assessment, life cycle costing and multicriterial analysis. **Sustainability**, v. 8, n. 8, p. 793, 2016.

FAGIOLI, F. F.; ROCCHI, L.; PALOTTI, L.; SLOWINSKI, R.; BOGGIA, A. From the farm to the agri-food system: A multiple criteria framework to evaluate extended multi-functional value. **Ecological Indicators**, v. 79, p. 91-102, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Programs in Brazil: Food Security** (2017). Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/programas-e-projetos/programa/en/>> Acesso em: 26 de maio de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Family farming and inclusive food systems for sustainable rural development**. (2018a). Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/prioridades/agricultura-familiar/en/>> Acessado em: 25 de setembro de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO participates in panel on Brazilian agriculture during international conference on fertilizers**. (2018b). Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1098805/>> Acesso em: 22 de maio de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Decade of Family Farming has begun**. (2019). Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/en/c/1196033/>> Acessado em: 20 de agosto de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Family Farming Knowledge Platform**. (2020). Disponível em: <<http://www.fao.org/family-farming/countries/deu/en/>> Acessado em: 15 de abril de 2021.

FAROOQ, S.; O'BRIEN, C. An action research methodology for manufacturing technology selection: a supply chain perspective. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 6, p. 467-488, 2015.

FAVRETTO, N., STRINGER, L. C., DOUGILL, A. J., DALLIMER, M., PERKINS, J. S., REED, M. S., ATLHOPHENG, J. R., MULALE, K. Multi Criteria Decision Analysis to identify dryland ecosystem service trade-offs under different rangeland land uses. **Ecosystem Services**, v. 17, p. 142–151, 2016.

FERRIN, B. G.; PLANK, R. E. Total cost of ownership models: An exploratory study. **Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 3, p. 18–29, 2002.

FETANAT, A.; KHORASANINEJAD, E. A novel hybrid MCDM approach for offshore wind farm site selection: A case study of Iran. **Ocean & Coastal Management**, v. 109, p. 17-28, 2015.

FISHER, T. Cost Accounting Applied to Farming in Southwest Michigan. Honors Theses. **Western Michigan University**, Paper 2320, 2012.

FRIES, M.; KRUTTSCHNITT, M.; LIENKAMP, M. Operational Strategy of Hybrid Heavy-Duty Trucks by Utilizing a Genetic Algorithm to Optimize the Fuel Economy Multiobjective Criteria. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 54, n. 4, p. 3668 – 3675, 2018.

FONTANA, V., RADTKE, A., BOSSI FEDRIGOTTI, V., TAPPEINER, U., TASSER, E., ZERBE, S., BUCHHOLZ, T. Comparing land-use alternatives: using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. **Ecological Economics**, v. 93, p.128-136, 2013.

GARCÍA, J. L.; ALVARADO, A.; BLANCO, J.; JIMÉNEZ, E.; MALDONADO, A. A.; CORTÉS, G. Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 100, p. 60-69, 2014.

GARFAMY, R. M. A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 19, n. 6, p. 662-678, 2006.

GARIBALDI, L. A.; GEMMILL-HERREN, B.; D'ANNOLFO, R.; GRAEUB, B. E.; CUNNINGHAM, S. A.; BREEZE, T. D. Farming Approaches for Greater Biodiversity, Livelihoods, and Food Security. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 1, p. 68-80, 2017.

GÔMEZ-LIMÔN, J. A.; RIESGO, L. Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. **Agricultural Economics**, v. 31, p. 47-66, 2004.

GÓNGORA PÉREZ, R. D.; MILÁN SENDRA, M. J.; LÓPEZ-I-GELATS, F. Strategies and drivers determining the incorporation of young farmers into the livestock sector. **Journal of Rural Studies**, v. 78, p. 131-148, 2020.

GOVDYA, V. V.; KHROMOVA, K. N.; VASILIEVA, N. K.; SIGIDOV, Y. I.; POLUTINA, T. N. Decomposition approach to formation of accounting and analytical system of cost management in agricultural enterprises. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, v. 5, n. 6, p. 818-830, 2017.

GOVINDAN, K.; CHENG, T. C. E. Advances in stochastic programming and robust optimization for supply chain planning. **Computers & Operations Research**, v. 100, p. 262-269, 2018.

GUARNIERI, P.; TROJAN, F. Decision making on supplier selection based on social, ethical, and environmental criteria: A study in the textile industry. **Resources Conservation And Recycling**, v. 141, p. 347-361, 2019.

GUDE, P. H.; HANSEN, A. J.; JONES, D. A. Biodiversity consequences of alternative future land use scenarios in greater yellowstone. **Ecological Applications**, v. 17, n. 4, p. 1004-1018, 2007.

HAYASHI, K. Multicriteria analysis for agricultural resource management: A critical survey and future perspectives. **European Journal of Operational Research**, v. 122, p. 486-500, 2000.

HALL, C.; MCVITTIE, A.; MORAN, D. What does the public want from agriculture and the countryside? A review of evidence and methods. **Journal of Rural Studies**, v. 20, p. 211-225, 2004.

HANSEN, J. W. Is agricultural sustainability a useful concept? **Agricultural Systems**, v. 50, n. 2, p. 117-143, 1996.

HEINEMANN, T.; KALUZA, A.; THIEDE, S.; DITTERICH, D.; LINZBACH, J.; HERRMANN, C. Life Cycle Evaluation of Factories: The Case of a Car Body Welding Line with Pneumatic Actuators. In IFIP Advances in Information and Communication Technology, **Springer: Berlin/Heidelberg**, Germany, p. 546-554, 2014a.

HEINEMANN, T.; SCHRAML, P.; THIEDE, S.; EISELE, C.; HERRMANN, C.; ABELE, E. Hierarchical evaluation of environmental impacts from manufacturing system and machine perspective. **Procedia CIRP**, v.15, p.141–146, 2014b.

HOFMAN-CARIS, R.; BERTELKAMP, C.; DE WAAL, L.; VAN DEN BRAND, T.; HOFMAN, J.; VAN DER A. A. R.; VAN DER HOEK, J. P. Rainwater harvesting for drinkingwater production: A sustainable and cost-effective solution in The Netherlands? **Water**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo da agricultura Brasileira**. (2017). Disponível em:
<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html>
Acesso em: 26 de setembro de 2021.

INKOOM, J. N.; FRANK, S.; GREVE, K.; FÜRST, C. A framework to assess landscape structural capacity to provide regulating ecosystem services in West Africa. **Journal of Environmental Management**, v. 209, p. 393-408, 2018.

ISKROV, G.; MITEVA-KATRANZHIEVA, T. STEFANOV, R. Multi-criteria Decision analysis for assessment and appraisal of Orphan Drugs. **Frontiers in Public Health**, v. 4, n. 214, p. 1-13, 2016.

JAIN, V.; SANGAIAH, A. K.; SAKHUJA, S.; THODUKA, N.; AGGARWAL, R. Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry, **Neural Computer Applied**, v. 9, n. 7, p. 555-564, 2018.

KAIM, A.; CORD, A. F.; VOLK, M. A review of multi-criteria optimization techniques for agricultural land use allocation. **Environmental Modelling & Software**, v. 105, p. 79-93, 2018.

KAYA, R.; YET, B. Building Bayesian networks based on DEMATEL for multiple criteria decision problems: A supplier selection case study. **Expert Systems with Applications**, v. 134, p. 234 – 248, 2019.

KELLNER, F.; LIENLAND, B.; UTZ, S. An a posteriori decision support methodology for solving the multi-criteria supplier selection problem. **European Journal of Operational Research**, v. 272, n. 2, p. 505 – 522, 2019.

KELLY, E., LATRUFFE, L., DESJEUX, Y., RYAN, M., UTHES, S., DIAZABAKANA, A., DILLON, E., FINN, J. Sustainability indicators for improved assessment of the effects of agricultural policy across the EU: Is FADN the answer? **Ecological Indicators**, v. 89, p. 903-911, 2018.

KHAKZAD, N.; LANDUCCI, G.; COZZANI, V.; RENIERS, G.; PASMAN, H. Cost-effective fire protection of chemical plants against domino effects. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 169, p. 412-421, 2018.

KOMELEH, S. H. P.; KEYHANI, A.; RAFIEE, S.; SEFEEDPARY, P. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. **Energy**, v. 36, p. 3335 – 3341, 2011.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. A bibliometric analysis of strategy and performance measurement. **Gestão & Produção**, v.19, p. 59–78, 2012.

LIPS, M. Length of operational life and its impact on life-cycle costs of a tractor in Switzerland. **Agriculture**, v. 7, n. 68, p. 1-9, 2017.

LIZOT, M. **Proposta de um modelo de gestão de custos para pequenas propriedades rurais familiares com foco na tomada de decisão**. Orientador: Pedro Paulo de Andrade Júnior Dr. 2016. 101 fls. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

LIZOT, M.; JÚNIOR, P. P. A.; LIMA, J. D.; MAGACHO, C. S. Gestão de custos no agronegócio: aplicação de uma metodologia bibliométrica em periódicos de alto fator de impacto. **Custos e @gronegócio on line**, v. 12, ed. esp. p. 25-41, 2016b.

LIZOT, M.; JÚNIOR, P. P. A.; LIMA, J. D.; MAGACHO, C. S. Aplicação de um modelo de gestão de custos para tomada de decisão no agronegócio familiar. **Custos e @gronegócio online**, v. 14, Edição Especial, p. 290-313, 2018.

LIZOT, M.; TROJAN, F.; AFONSO, P. Combining total cost of ownership and multi-criteria decision analysis to improve cost management in family farming. **Agriculture**, v. 11, n. 139, 2021.

LOUWAGIE, G.; NORTHEY, G., FINN, J. A.; PURVIS, G. Development of indicators for assessment of the environmental impact of livestock farming in Ireland using the Agri environmental Footprint Index. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 149-162, 2012.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. Wiley, 1999.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agricultura Familiar**. (2020). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1> Acessado em: 20 de agosto de 2021.

MARCHAND, F.; DEBRUYNE, L.; TRISTE, L.; GERRARD, C.; PADEL, S.; LAUWERS, L. Key characteristics for tool choice in indicator-based sustainability assessment at farm level. **Ecology and Society**, v. 19, n. 3, p. 46-57, 2014.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Brasil: 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros são da agricultura familiar**. (2021). Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/brasil-70-dos-alimentos-que-v%C3%A3o>

> Acesso em: 20 de outubro de 2021.

MENDOZA, G. A.; MARTINS, H. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. **Forest Ecology and Management**, v. 230, p. 1–22, 2006.

MIAO, Q., SHI, H., GONÇALVES, J. M.; PEREIRA, L. S. Basin Irrigation Design with Multi-Criteria Analysis Focusing on Water Saving and Economic Returns: Application to Wheat in Hetao, Yellow River Basin. **Water**, v. 10, n. 67, p. 1-23, 2018.

MIGLIOLI, S. Original and unpublished: requirements for article submission to Information Science scientific journals. **Liinc**, v. 8, n. 2, 2012.

MEYNARD, J.-M., JEUFFROY, M.-HÉ., LE BAIL, M., LEFÈVRE, A., MAGRINI, M.-B., MICHON, C. Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. **Agricultural Systems**, v. 157, p. 330-339, 2017.

MOCHNACZ, J.C.; DEIMLING, M.F.; BARICHELLO, R.; KLIEMANN NETO, F.J.; CASAROTTO FILHO, N. Application of Total Cost of Ownership (TCO) of a large agroindustry. **Custos e @gronegocio on line**, v. 13, n. 3, p. 312-339, 2017.

MONTILLA-LÓPEZ, N. M.; GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; GUTIÉRREZ-MARTÍN, C. Sharing a river: Potential performance of a water bank for reallocating irrigation water. **Agricultural Water Management**, v. 200, p. 47–59, 2018.

MORAN, D., MCVITTIE, A., ALLCROFT, D.J., ELSTON, D.A. Quantifying public preferences for agri-environmental policy in Scotland: A comparison of methods. **Ecological Economics**, v. 63, n. 1, p. 42-53, 2007.

NGUYEN, N. T. Applying AHP in Evaluation the Distribution Science of Suppliers for Retails in Vietnam: Case of Saigon Co-op Mart. **Journal of Distribution Science**, v. 19, n. 3, p. 35 – 46, 2021.

NIKAS, E., SOTIROPOULOS, A., XYDIS, G. A. Spatial Planning of Biogas Processing Facilities in Greece: The Sunflower's Capabilities and the Waste-to-Bioproducs Approach. **Chemical Engineering Research and Design**, v.131, p. 234-244, 2018.

NOLL, P. Determining the real cost of powering a pump. **World Pumps**. v. 496, p. 32–34, 2008.

NUTHALL, P. L. Determining the important management skill competencies The case of family farm business in New Zealand. **Agricultural Systems**, v. 88, p. 429-450, 2005.

OLIVEIRA, M. W.; AGOSTINHO, F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. Sustainable milk production: Application of the hierarchical analytical process towards a regional strategic planning. **Journal of Environmental Accounting and Management**, v. 4, n. 4, p. 385-398, 2016.

ONU, Organizações das Nações Unidas. **Objetivos de desenvolvimento sustentável.** (2021). Disponível em: < <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>> Acesso em: 26 de junho de 2021.

OPITZ, I.; ZOLL, F.; ZASADA, I.; DOERNBERG, A.; SIEBERT, R.; PIORR, A. Consumer-producer interactions in community-supported agriculture and their relevance for economic stability of the farm – An empirical study using an Analytic Hierarchy Process. **Journal of Rural Studies**, v. 68, p. 22-32, 2019.

OZTAYSI, B. A decision model for information technology selection using AHP integrated TOPSIS-Grey: the case of content management systems. **Knowledge-Based Systems**, v. 70, p. 44-54, 2014.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, p. 2109-2135, 2015.

PAMUCAR, D.; CIROVIC, G. The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). **Expert Systems with Applications**, v.42, p. 3016–3028, 2015.

PAMUCAR, D.; STEVIC, Z.; ZAVADSKAS, E. K. Integration of interval rough AHP and interval rough MABAC methods for evaluating university web pages. **Applied Soft Computing Journal**, v. 67, p. 141-163, 2018.

PARAMASIVAM, V.; SENTHIL, V.; RAJAM RAMASAMY, N. Decision Making in Equipment Selection: An Integrated Approach with Digraph and Matrix Approach, AHP and ANP. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 54, p. 1233–1244, 2011.

PARK, S. C.; LEE, J. H. Supplier selection and stepwise benchmarking: a new hybrid model using DEA and AHP based on cluster analysis. **Journal Operational Research Society**, v. 69, n. 3, p. 449-466, 2018.

PELZER, E.; FORTINO, G.; BOCKSTALLER, C.; ANGEVIN, F.; LAMINE, C.; MOONEN, C.; VASILEIADIS, V.; GUÉRINA, D.; GUICHARD, L.; REAUB, R.; MESSÉAN, A. Assessing innovative cropping systems with DEXiPM, a qualitative multi-criteria assessment tool derived from DEXi. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 171–182, 2012.

PENG, X.; YANG, Y. Pythagorean Fuzzy Choquet Integral Based MABAC Method for Multiple Attribute Group Decision Making. **International Journal of Intelligent Systems**, v. 31, n. 10, p.989-1020, 2016.

PÉTRY, F. Who is afraid of choices? A proposal for multi-criteria analysis as a tool for decision-making support in development planning. **Journal of International Development**, v. 2, n. 2, p. 209-231, 1990.

PEZZOTTA G.; PEZZOTTA G.; DOVERE E.; PIROLA F.; GAIARDELLI P. Using Total Cost of Ownership to Compare Supplier Product-Service System Offering. **Lecture Notes in Mechanical Engineering**, p. 183 – 191, 2020.

PIEDRA-MUÑOZ, L.; GALDEANO-GÓMEZ, E.; PÉREZ-MESA, J. C. Is Sustainability Compatible with Profitability? An Empirical Analysis on Family Farming Activity. **Sustainability**, v. 8, n. 9, p. 893-908, 2016.

RADULESCU, C. Z.; RADULESCU, M. A group decision approach for supplier selection problem based on a multi-criteria model. **Studies in Informatics and Control**, v. 29, n. 1, p. 35 – 44, 2020.

RAMADAN, S. Z. Selection of non-repairable series systems' components with Weibull-life and lognormal-repair distributions through minimizing expected total cost of ownership approach. **Modern Applied Science**, v. 8, p. 104-112, 2014.

RAMOS, M. O., SILVA, E. M., & LIMA-JÚNIOR, F. R. A fuzzy AHP approach to select suppliers in the Brazilian food supply chain. **Production**, v. 30, e20200013, 2020.

REIDSMA, P., JANSSEN, S., JANSEN, J., VAN ITTERSUM, M. K. On the development and use of farm models for policy impact assessment in the European Union – A review. **Agricultural Systems**, v. 159, p. 111-125, 2018.

RENQUIST, J.V.; DICKMAN, B.; BRADLEY, T.H. Economic comparison of fuel cell powered forklifts to battery powered forklifts. **International Journal Hydrogen Energy**, v. 17, p. 12054–12059, 2012.

REHMAN, T.; ROMERO, C. The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems: Some basic considerations. **Agricultural Systems**, v. 41, n. 3, p. 239-255, 1993.

ROMERO, C.; REHMAN, T. Natural resource management and the use of multiple criteria decision-making techniques: A review. **European Review of Agricultural Economics**, v. 14, n. 1, p. 6-89, 1987.

ROY, B. **Multi-criteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, Boston. 1996.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal Service Science**, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.

SÁNCHEZ-ZAMORA, P., GALLARDO-COBOS, R., CEÑA-DELGADO, F. Rural areas face the economic crisis: Analyzing the determinants of successful territorial dynamics. **Journal of Rural Studies**, v. 35, p. 11-25, 2014.

SANTÉ-RIVEIRA, I., CRESCENTE, R., MIRANDA, D. GIS-based planning support system for rural land-use allocation. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 53, n. 2, p. 257-273, 2008.

SAINT VILLE, A. S.; HICKEY, G. M.; PHILLIP, L. E. Institutional analysis of food and agriculture policy in the Caribbean: The case of Saint Lucia. **Journal of Rural Studies**, v. 51, p. 198-210, 2017.

- SCOTT, M. A.; BURKE, G.; SZMEREKOVSKY, J. “Do as I Do and Not as I Say”: Exploring Price-Oriented Maverick Buying During Supplier Selection. **Decision Science**, v. 49, n. 1, p. 25-64, 2018.
- SELDON, W. M.; GROENEWALD, J. A. Management Accounting in Agriculture, Agrekon: Agricultural Economics Research. **Policy and Practice in Southern Africa**. v. 5, n. 4, p. 19-29, 1966.
- SILVA, E. M.; RAMOS, M. O.; ALEXANDER, A.; JABBOUR, C. J. C. A systematic review of empirical and normative decision analysis of sustainability-related supplier risk management. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, 118808, 2020.
- SHABANI, A.; VISANI, F.; BARBIERI, P.; DULLAERT, W.; VIGO, D. Reliable estimation of suppliers’ total cost of ownership: An imprecise data envelopment analysis model with common weights. **Omega**. v. 87, p. 57-70, 2019.
- SHARAFAT. A. A. Analyzing Farm Accounting Skills Related to Financial Performance of Dairy Industry: An Evidence from Jordan. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, n. 12, p. 174-180, 2016.
- SHARMA, R. S. Accounting for Agriculture. **International Journal of Recent Research and Review**, v. 2, p. 62-66, 2012.
- SINGH, R., REED, P.M., KELLER, K. Many-objective robust decision making for managing an ecosystem with a deeply uncertain threshold response. **Ecology and Society**, v. 20, n. 3, p. 12-49, 2015.
- SINGH, L. K., JHA, M. K., CHOWDARY, V. M. Assessing the accuracy of GIS-based Multi-Criteria Decision Analysis approaches for mapping groundwater potential. **Ecological Indicators**, v. 98, p. 24–37, 2018.
- SI, Z.; LI, Y.; FANG, P.; ZHOU, L. “One family, two systems”: Food safety crisis as a catalyst for agrarian changes in rural China. **Journal of Rural Studies**, v. 69, p. 87-96, 2019.
- SOHN, S. Y.; KIM, Y.; KIM, B. T. Cost of ownership model for spare engines purchase for the Korean navy acquisition program. **Journal Operation Research Society**, v. 60, p. 1674–1682. 2009.
- SUESS-REYES, J.; FUETSCH, E. The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. **Journal of Rural Studies**, v. 47, Part A, p. 117-140, 2016.
- TAEFI, T. T.; KREUTZFELDT, J.; HELD, T.; FINK, A. Supporting the adoption of electric vehicles in urban road freight transport – A multi-criteria analysis of policy measures in Germany. **Transportation Research Part A**, v. 91, p. 61–79, 2016.
- THESARI, S. S.; LIZOT, M.; TROJAN, F. Municipal public budget planning with sustainable and human development goals integrated in a multi-criteria approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 1 p. 921, 2021.

THORNELOE, S. A.; WEITZ, K.; JAMBECK, J. Application of the US decision support tool for materials and waste management. **Waste Management**, v. 27. P. 1006-1020, 2007.

TROJAN, F.; MORAIS, D. C. Maintenance Management Decision Model for Reduction of Losses in Water Distribution Networks. **Water Resources Management**, v. 29, p. 3459-3479, 2015.

TSOUKIA`S, A. From decision theory to decision aiding methodology. **European Journal of Operational Research**, v. 187, p. 138–161, 2008.

TRYBULA, W. Cost of ownership-Projecting the future. **Microelectron Engineering**, v. 83, p. 614–618, 2006.

UPTON, J.; MURPHY, M.; SHALLOO, L.; KOERKAMP, P. W. G. G.; BOER, I. J. M. Assessing the impact of changes in the electricity price structure or dairy farm energy costs. **Applied Energy**, v. 137, p. 1-8, 2015.

VAN DE WALLE, D. Choosing Rural Road Investments to Help Reduce Poverty. **World Development**, v. 30, n. 4, p. 575-589, 2002.

VEYSSET, P.; LHERM, M.; BÉBIN, D. Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performance assessments in French Charolais suckler cattle farms: Model-based analysis and forecasts. **Agricultural Systems**, v. 103, p. 41–50, 2010.

VIAL, L.; DUCHEYNE, E.; FILATOV, S.; GERILOVYCH, A.; MCVEY, D. S.; SINDRYAKOVA, I.; MORGUNOV, S.; PÉREZ DE LEÓN, A. A.; KOLBASOVG, D.; DE CLERCQ, E. M. Spatial multi-criteria decision analysis for modelling suitable habitats of *Ornithodoros* soft ticks in the Western Palearctic region. **Veterinary Parasitology**, v. 249, p. 2–16, 2018.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. Supplier selection methodologies: a literature review. **Production**, v. 22, n. 4, p. 625-636, 2012.

VINKLER, P. Management system for a scientific research institute based on the assessment of scientific publications. **Research Policy**, v. 15, n. 2, p. 77-87, 1986.

WAONGO, M.; LAUX, P.; KUNSTMANN, H. Adaption to climate change: The impacts of optimized planting dates on attainable maize yields under rainfed conditions in Burkina Faso. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 205, p. 23-39, 2015.

WOUTERS, M.; ANDERSON, J. C.; WYNSTRA, F. The adoption of total cost of ownership for sourcing decisions: A structural equations analysis. **Accounting, Organizations and Society**, v. 30, p. 167–191, 2005.

YANG, C. L.; CHUANG, S. P.; HUANG, R. H. Manufacturing Evaluation System Based on AHP/ANP Approach for Wafer Fabricating Industry. **Expert Systems with Applications**, v. 36, p. 11369–11377, 2009.

YANG C. M.; CHEN K. S. Two-phase selection framework that considers production costs of suppliers and quality requirements of buyers. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 20, p. 6351 – 6368, 2019.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE INSUMOS

Essa pesquisa tem o objetivo de identificar a importância de critérios para a escolha de insumos para a propriedade rural, considerando cinco dimensões, e quando esses insumos possuírem características semelhantes.

Nestas tabelas atribua uma nota de importância para o critério que você achar mais relevante na comparação entre eles, conforme escala apresentada (1 a 5), sempre comparando a linha em relação a coluna, somente das células que estão em cor branca.

Exemplo na tabela: Comparando Critério “**Preço**” da Linha com o “**Preço**” da Coluna, eles têm a mesma importância, pois se referem ao mesmo critério “**Preço**”, então a Nota é 1 (com igual importância). Depois comparar “Preço” (linha) com “Desconto” (coluna) e assim por diante, atribuindo uma nota de 1 a 5, conforme a importância que você considerar.

DIMENSÃO 01: AQUISIÇÃO

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota com relação ao momento que é realizada a aquisição dos insumos necessários para sua propriedade rural:

- 1 – Preço: É o valor a ser pago pelo insumo;
- 2 – Desconto: É o desconto financeiro (diminuição de valor) que o fornecedor lhe oferece para a compra do insumo;
- 3 – Evolução do Preço: É quando o insumo que você está adquirindo sofreu uma mudança brusca de valor (aumentou ou diminuiu) recentemente;
- 4 – Necessidade Imediata: É quando você necessita deste insumo com urgência para atividade, abrindo mão de outros critérios;
- 5 – Impostos: É o valor da diferença de impostos entre os insumos analisados, ex: ICMS, IPI;
- 6 – Custo de cotação: É o gasto que se teve para cotar os insumos, ex: Gastos para as ligações aos fornecedores, gastos de combustível para ir até os fornecedores;

DIMENSÃO 02: RECEPCÃO

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota para o processo de recepção dos insumos adquiridos em sua propriedade:

- 1 – Custo de transporte: É o valor a ser pago pelo frete do fornecedor até a sua propriedade;
- 2 – Custos de conferência de quantidade: É o valor pago para alguém ou o tempo dispendido para conferência das quantidades descarregadas;
- 3 – Custos dos testes de qualidade: É o valor gasto caso necessite realizar algum teste para o recebimento do produto;
- 4 – Custo de Descarga: É o valor gasto para descarregar os insumos em sua propriedade, pagamento pela descarga;
- 5 – Custo de recepção: É o valor pago para organização do depósito para recepção do produto;
- 6 – Custo de Faturamento: É o valor gasto com emissão de Notas Fiscais e trabalhos para emissão dos documentos necessários;
- 7 – Custo de litígio: É o valor gasto em um possível litígio judicial, podendo ser com o fornecedor ou transportador.

Escala para notas:

- Nota 1 = Com igual importância
- Nota 2 = É apenas um pouco mais importante
- Nota 3 = É mais importante
- Nota 4 = Fortemente mais importante
- Nota 5 = Absolutamente mais importante

	Custo de transporte	Custos de conferências de quantidade	Custos dos testes de qualidade	Custo de descarga	Custo de recepção	Custo de faturamento	Custo de litígio
Custo de transporte	1						
Custos de conferências de quantidade		1					
Custos dos testes de qualidade			1				
Custo de descarga				1			
Custo de recepção					1		
Custo de faturamento						1	
Custo de litígio							1

DIMENSÃO 03: POSSE

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota para o processo de armazenamento dos insumos em sua propriedade:

1 – Custo de manutenção do estoque: É o valor gasto pela utilização do depósito que será estocado o produto, bem como limpeza e utilização de produtos de imunização;

2 – Custo do tempo: É o custo do dinheiro no tempo em que os produtos adquiridos que estão em depósito sem utilização.

Escala para notas:

Nota 1 = Com igual importância

Nota 2 = É apenas um pouco mais importante

Nota 3 = É mais importante

Nota 4 = Fortemente mais importante

Nota 5 = Absolutamente mais importante

	Custo de manutenção do estoque	Custo do tempo
Custo de manutenção do estoque	1	
Custo do tempo		1

DIMENSÃO 04: UTILIZAÇÃO

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota para a utilização dos insumos na sua atividade de produção:

- 1 – Custo de reposição: É o valor a ser gasto caso necessite repor esse insumo por algum motivo;
- 2 – Eficiência: É a eficiência comprovada que o insumo ou fornecedor tem em relação aos demais;
- 3 – Durabilidade: É a durabilidade comprovada que o insumo tem em relação aos demais;
- 4 – Custo de treinamento de pessoal: É o valor gasto com a preparação de pessoas para manusear ou utilizar o insumo;
- 5 – Custo de adaptações: É o valor gasto para adaptar alguma estrutura para a utilização do insumo;
- 6 – Custo de falha de produção: É o valor que pode ser gasto caso o insumo gere algum problema na produção final;
- 7 – Custo de falha do produto: É o valor que pode ser gasto caso o insumo não atinja seus objetivos na sua utilização;
- 8 – Custo de manutenção: É o valor que pode ser gasto com alguma manutenção que necessita ser realizada no insumo para sua utilização;
- 9 – Custo de instalação: É o valor gasto caso necessita instalar algo na estrutura física para utilizar os insumos;
- 10 – Custo de controle de qualidade: É o valor que poderá ser gasto com acompanhamento da qualidade do insumo durante sua utilização.

DIMENSÃO 05: ELIMINAÇÃO

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota para o processo de eliminação das embalagens dos insumos adquiridos:

- 1 – Recuperação de resíduos: É o valor gasto para recuperar os resíduos gerados pela utilização dos insumos, ex: perdas de embalagens, tríplice lavagem das embalagens;
- 2 – Custos das devoluções: É o valor gasto para a correta devolução dos resíduos gerados pelos insumos, ex: embalagens de agrotóxicos.

Escala para notas:

- Nota 1 = Com igual importância
- Nota 2 = É apenas um pouco mais importante
- Nota 3 = É mais importante
- Nota 4 = Fortemente mais importante
- Nota 5 = Absolutamente mais importante

	Recuperação de resíduos	Custos das devoluções
Recuperação de resíduos	1	
Custos das devoluções		1

DIMENSÃO 06: COMPORTAMENTO DE COMPRA

Esta é uma descrição dos critérios que você precisará atribuir uma nota para o reconhecimento do comportamento de compra dos insumos necessários para sua atividade:

- 1 – Preço acessível para pequenas quantidades: Você entende importante a compra de pequenas quantidades de insumos com valores mais acessíveis;
- 2 – Desconto para grandes quantidades: É preferível a compra de grandes quantidades de insumos para obter valores mais altos de descontos;
- 3 – Pagamento de juros para compra a prazo: É preferível a aquisição com prazo de pagamento mediante pagamento de juros;
- 4 – Assistência técnica oferecida pelo fornecedor: A assistência técnica oferecida pelo fornecedor é importante para escolha da compra.

Escala para notas:

- Nota 1 = Com igual importância
 Nota 2 = É apenas um pouco mais importante
 Nota 3 = É mais importante
 Nota 4 = Fortemente mais importante
 Nota 5 = Absolutamente mais importante

	Preço acessível para pequenas quantidades	Desconto para grandes quantidades	Pagamento de juros para compra a prazo	Assistência técnica oferecida pelo fornecedor
Preço acessível para pequenas quantidades	1			
Desconto para grandes quantidades		1		
Pagamento de juros para compra a prazo			1	
Assistência técnica oferecida pelo fornecedor				1

DIMENSÃO 07: AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES

Esta é uma descrição das dimensões que você precisará atribuir uma nota para o reconhecimento das preferências entre todas as dimensões avaliadas:

Dentre as dimensões analisadas nos grupos anteriores, avalie a importância destas frente as demais em cada caso.

Escala para notas:

Nota 1 = Com igual importância

Nota 2 = É apenas um pouco mais importante

Nota 3 = É mais importante

Nota 4 = Fortemente mais importante

Nota 5 = Absolutamente mais importante

	Aquisição	Recepção	Posse	Utilização	Eliminação	Comportamento de compra
Aquisição	1					
Recepção		1				
Posse			1			
Utilização				1		
Eliminação					1	
Comportamento de compra						1

APÊNDICE B - LACUNAS E SOLUÇÕES SUGERIDAS DE PESQUISA

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Hansen, 1996	Utilizar o potencial da Sustentabilidade como critério para orientar a agricultura à medida de suas mudanças, como ferramenta para a sua gestão através de um conjunto de indicadores e metas.	A utilização de critérios mensuráveis e integrados para a caracterização da Sustentabilidade como um elemento útil para orientar as mudanças na agricultura.	O estudo expõe a necessidade da utilização de critérios mensuráveis para orientar a utilização da Sustentabilidade para gerir e desenvolver a agricultura. A gestão dos custos de implantação dos sistemas sustentáveis necessitam ser conhecidos. Ferramentas que auxiliem a gestão econômica dos sistemas sustentáveis necessitam serem expandidas.
Andrews, Carroll, 2011	A tomada de decisão para o gerenciamento sustentável das propriedades pode ser aprimorada com a utilização de ferramentas que forneçam integração entre as variáveis vinculadas à produção.	Desenvolver uma abordagem para escolher os indicadores mais representativos dos dados existentes, combinando indicadores em índices específicos da qualidade do solo e usando esse índice para avaliar as melhores práticas de manejo agrícola, minimizando os custos de cultivo.	O artigo busca aplicar técnicas de análise estatística multivariada para propor soluções de aumento de produtividade e diminuição de custos da localização de solos degradados e a melhoria destes solos para plantio.
Binder; Feola; Steinberger, 2010	Implantação de metodologias para analisar a iteração dos indicadores das dimensões da sustentabilidade na agricultura.	Avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais da região em estudo, verificando as interações entre os indicadores.	As lacunas deste estudo estão voltadas à necessidade da análise das dimensões da sustentabilidade na agricultura, com a adoção de outras metodologias.
Van de Walle, 2002	Criar mecanismos para melhorar a distribuição de orçamentos para priorizar projetos de estradas rurais. Identificar os custos logísticos relacionados com a ineficiência das estradas rurais.	Desenvolver métodos que garantam investimentos mais efetivos e que sejam selecionados tendo como principal critério a redução da pobreza.	O artigo propõe o aumento da qualidade de vida da população rural, através da melhoria das estradas, possibilitando a diminuição dos custos logísticos de acesso de insumos e de escoamento da produção.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Hall; Mcvittie; Moran, 2004	Identificar as preferências da população frente aos investimentos públicos vinculados à agricultura.	Desenvolvimento de <i>surveys</i> que possibilitem identificar regionalmente as preferências dos envolvidos nas atividades agrícolas, a fim de direcionar os investimentos públicos.	Os autores identificam a necessidade de conhecer as preferências dos envolvidos nas atividades rurais para direcionarem os recursos públicos de forma mais democrática e eficiente.
Hayashi, 2000	Desenvolver modelos de gestão de recursos para auxílio à tomada de decisão a longo prazo.	Utilização de métodos multi-alternativas, envolvendo múltiplos participantes.	O pesquisador demonstra a necessidade do desenvolvimento de métodos que auxiliem o agricultor na tomada de decisão. Também indica a importância do envolvimento de múltiplos participantes como especialistas para montagem das matrizes decisórias.
Dantsis <i>et al.</i> , 2010	O tema avaliação da sustentabilidade agrícola possui muitas limitações e questões que precisam serem investigadas, nas três abordagens (ambiental, econômica e social). De forma regional, é necessário estudar os aspectos econômicos envolvendo os decisores desta área.	Utilizar modelos consistentes para composição de sistemas de indicadores.	É necessária a utilização de modelos relevantes e consistentes, pois a aplicabilidade dos sistemas de indicadores ainda está em discussão na comunidade científica.
García <i>et al.</i> , 2014	O artigo apresenta a necessidade do desenvolvimento de estudos relacionados à análise de viabilidade econômica da implantação dos depósitos de alimentos no meio rural, levando em consideração os aspectos monetários e os custos envolvidos.	Utilização de métodos consolidados, ou o desenvolvimento de metodologias suficientes para a análise econômica.	O estudo se concentra na seleção de locais para construção de armazéns para produtos agrícolas, logo, o estudo de outros elementos vinculados a análise econômica destas implantações são necessários.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Santé-Riveira; Crescente; Miranda, 2008	Necessidade de desenvolver um modelo matemático que reconheça à opinião dos diferentes usuários seja considerada simultaneamente.	O desenvolvimento de um cenário de avaliação através de módulos, para acelerar o feedback aos usuários da informação.	O estudo apresenta as limitações dos sistemas de alocação de áreas rurais para plantio, e apresenta oportunidades no desenvolvimento de métodos de avaliação multicritérios, levando em consideração a opinião dos envolvidos.
De Luca <i>et al.</i> , 2017	Aumentar o número de análises nos estudos voltados ao ciclo de vida da sustentabilidade na agricultura.	Não especificado	O estudo investiga a utilização do MCDM para avaliar a integração do ciclo de vida da sustentabilidade na agricultura. Os métodos MCDM são amplamente reconhecidos como uma ferramenta de suporte para lidar com alternativas conflitantes em ambientes complexos.
Meynard <i>et al.</i> , 2017	Existe a necessidade de desenvolver processos de inovação nos sistemas agroalimentares.	Criar uma visão coletiva de todo o sistema, envolvendo os atores no processo.	A promoção do desenvolvimento dos sistemas agroalimentares são necessárias para a sustentabilidade da produção de alimentos. A utilização de métodos que promovam esta evolução são necessários, e o envolvimento dos principais atores do processo são requeridos.
Sánchez-Zamora; Gallardo-Cobos; Ceña-Delgado, 2014	Necessidade de desenvolvimento de estudos que promovam um ambiente competitivo, dinâmico e inovador no contexto agrícola.	Criação de modelos que possibilitem o auxílio ao agricultores na gestão da propriedade.	O estudo sugere a adoção de políticas dinâmicas para superar as crises econômicas enfrentadas no setor agrícola. E indica a necessidade da utilização de métodos que promovam um ambiente mais competitivo e inovador.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Kaim; Cord; Volk, 2018	Pesquisas futuras devem integrar aspectos relacionados às incertezas e a otimização dos recursos financeiros disponíveis, visando a melhoria no retorno econômico da propriedade.	O desenvolvimento de métodos integrados que combinem diferentes otimizações com o uso de técnicas MCDM, com abordagens participativas.	Fica evidente neste estudo a indicação do desenvolvimento de métodos integrados que envolvam as técnicas MCDM, integrando com a participação dos atores do processo.
Moran <i>et al.</i> , 2007	O estudo indica a necessidade da integração de métodos multicritérios com ferramentas alternativas para a busca da alocação de recursos e o desenvolvimento de políticas agroambientais.	Não especificado	A relevância do desenvolvimento de métodos que utilizam a opinião dos decisores se faz necessário para a otimização da alocação dos recursos.
Singh; Reed; Keller, 2015	A utilização de modelos robustos para mitigar a avaliação em ambientes complexos com alto grau de incerteza.	Avaliar os aspectos econômicos e sustentáveis, os quais são altamente complexos pela quantidade de variáveis associadas, utilizando modelos robustos que minimizem os efeitos da incerteza.	O estudo desenvolve um abordagem mais voltada ao contexto ambiental, porém o método aplicado pode servir para outras aplicações em várias atividades.
Reidsma, <i>et al.</i> , 2018	1) melhorar a compreensão da tomada de decisão dos agricultores, com maior foco nas interações entre agricultores e outros atores, no vínculo com a cadeia de valor e nas mudanças econômicas das propriedades; 2) melhorar a coleta de dados permitindo avaliar de forma consistente os indicadores de resultados das fazendas.	Utilização de modelo integrado que possam suprir a necessidade dos decisores.	O estudo foca na forma com que as pesquisas tratam a tomada de decisão no contexto das fazendas. Como é realizada essa política de avaliação de resultados.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Kelly <i>et al.</i> , 2018	Aplicar nos sistemas agroalimentares a multifuncionalidade estendida de valor. Aplicando não somente nos aspectos ambientais das propriedades rurais, mas sim nos outros aspectos, principalmente econômico.	Desenvolver e projetar um método de medição baseado em indicadores MCDM.	O estudo incentiva novos pesquisadores irem além dos aspectos tradicionais na temática de pesquisa, abordando a denominada multifuncionalidade estendida de valor no aspecto financeiro da cadeia agroalimentar.
Fagioli <i>et al.</i> , 2017	Há uma falta de dados apropriados para avaliações à nível de fazendas.	Utilizar os dados em modelos que proporcionem resultados que possam avaliar os níveis de sustentabilidade das fazendas bem como os aspectos econômicos envolvidos.	O estudo sugere ir além das avaliações da sustentabilidade das propriedades rurais, abordando os aspectos econômicos das interações entre estes aspectos.
Lips, 2017	Escassez de estimativas de custos nas operações das propriedades rurais.	Não especificado.	O estudo indica a importância de analisar os custos e seus reflexos para o decisor da atividade rural. Também é demonstrada a relevância de utilizar métodos que auxiliem na obtenção de análises mais complexas.
Louwagie <i>et al.</i> , 2012	Desenvolver um conjunto de indicadores para a análise de políticas ambientais na agricultura.	Não especificado.	As políticas ambientais são importantes para o desenvolvimento sustentável do meio rural, além da necessidade de criar mecanismos para fortalece-las é um meio relevante para novos estudos.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Mendoza; Martins, 2006	Alcançar a integração mais forte entre a teoria e a prática.	Formar uma hibridização de metodologias que criará oportunidades para acumulação de insights dos diferentes métodos.	O estudo fornece uma revisão crítica dos métodos de MCDM aplicados à gestão de florestas e outros recursos naturais.
Eakin; Bojórquez-Tapia, 2008	Utilizar métodos adicionais ao AHP para definição dos pesos para formação das estratégias de solução via lógica Fuzzy.	Expandir o estudo para demais ambientes e atividades dentro da agricultura familiar, a fim de aumentar as possibilidades de mitigação das vulnerabilidades das famílias rurais.	Uma análise das vulnerabilidades dos sistemas de produção de alimentos de agricultores familiares foi desenvolvido. Muitas variáveis podem ser fator de vulnerabilidade, como clima, renda e mercado.
Berbel; Gómez-Limón, 2000	Mensurar os impactos Agronômicos, Sociais e Ambientais da utilização da água para irrigação para as culturas rurais.	Utilizar técnicas multicritério para construir modelos mais realistas em pesquisas adicionais na temática de irrigação na agricultura	O estudo aborda a influência do preço da água sobre o seu consumo para a irrigação de três áreas espalhadas na Espanha. É destacado a importância de utilizar técnicas multicritério para abordar a influência dos usuários dos sistemas de irrigação na relação de preço e consumo da água.
Bergmann, Colombo; Hanley, 2008	Criar formas de expandir as fontes de energias renováveis, como fonte de diversificação da economia agrícola.	Integrar modelos multicritérios para definir a preferência dos entrevistados, avaliando a diversificação da economia agrícola com foco na geração de energias alternativas.	A visão da população rural e urbana a respeito dos benefícios e possíveis impactos da implantação das fontes renováveis de energia, motivam a utilização de técnicas capazes de integrar essas diferentes opiniões.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Bartolini <i>et al.</i> , 2007	Identificar a influência das políticas agrícolas do mercado e dos recursos tecnológicos sobre o desenvolvimento sustentável econômico e do meio ambiente.	Manter o foco das análises sobre os aspectos econômicos da sustentabilidade, demonstrando as oportunidades que a agricultura pode gerar economicamente a partir de uma gestão eficiente.	O estudo tem como contexto principal a análise da sustentabilidade da produção de cinco culturas agrícolas por meio da análise dos sistemas de irrigação, com foco ambiental e socioeconômico, porém não trata as possibilidades econômicas que as atividades proporcionam.
Gómez-Limón, Riesgo, 2004	Análise dos efeitos gerados no resultado das propriedades rurais sob diferentes formas de irrigação e condução das culturas.	Propor integrações de métodos multicritérios capazes de identificar as preferências dos agricultores sobre as formas de produção e acesso a água mais rentáveis e adequadas para cada contexto.	O estudo analisado utiliza uma abordagem única através dos métodos MAUT em um contexto específico para uma forma de irrigação. Mas ainda muito relevante é a possibilidade de realizar um estudo integrado com análises distintas utilizando vários contextos no agronegócio.
Borin <i>et al.</i> , 2010	Determinar os impactos da adoção das BSs para as propriedades rurais, mensurando o aumento de custos de produção em relação a perda de área disponível.	Desenvolver métodos que sejam capazes de estimar os custos adicionais de produção pela perda de áreas de cultivo pela adoção das BSs. Desenvolver para um contexto global.	Os impactos econômicos da implantação das BSs nas propriedades do mundo necessita ser mensurado de uma forma ampla, e métodos que possam suprir essa falta são necessários.
Bergez <i>et al.</i> , 2010	Propor ferramentas adaptadas as situações reais do campo, capazes de proporcionar resultados diretamente aos agricultores.	Integrar ferramentas utilizando as opiniões dos diferentes atores envolvidos na gestão das propriedades rurais.	O estudo demonstra a necessidade da utilização de ferramentas que possibilitem a implantação em situações reais no campo.
Garibaldi <i>et al.</i> , 2017	Manter um comprometimento dos envolvidos para alcançar vários objetivos interligados de segurança alimentar, nutrição, redução da pobreza e desenvolvimento local.	Aplicar métodos que auxiliem no desenvolvimento de soluções relacionadas a diminuição da pobreza e o auxílio ao desenvolvimento local.	A pesquisa explora os problemas enfrentados pelas comunidades rurais nos países pobres para a sustentabilidade dos meios de subsistência, apontando as indicações necessárias através de um estudo bibliométrico.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Veysset; Lherm; Bébin, 2010	Analisar todos os aspectos da viabilidade econômico financeira das propriedades rurais.	Integrar as análises para que seja possível verificar de forma global a viabilidade de todas as atividades.	O estudo demonstra métodos de análise de viabilidade voltadas a uma visão ambiental e de maximização das áreas cultiváveis.
Pelzer <i>et al.</i> , 2012	O impacto do gerenciamento de culturas na biodiversidade, bem como os custos gerados por esse impacto.	Utilizar métodos que determinem os níveis de sustentabilidade agrícola bem como seus impactos no gerenciamento das culturas.	As avaliações realizadas com o método DEXiPM integram a opinião de pesquisadores, consultores e decisores, e são capazes de determinar uma visão global dos problemas relacionados à sustentabilidade.
Gude; Hansen; Jones, 2007	Verificar os impactos ambientais sobre a produção rural e a sua influência sobre os custos de produção.	Envolver os decisores no processo de escolha das preferências, bem como na coleta dos dados das atividades.	O estudo propõe alternativas para avaliação da utilização das áreas de plantio em uma determinada localização. Cabe uma avaliação abrangente dos efeitos da degradação do solo nos custos de produção.
De Luca <i>et al.</i> , 2015	Desenvolver uma análise da avaliação do ciclo de vida das culturas agrícolas de uma maneira geral, levando em consideração os custos relacionados ao ciclo de vida dos produtos.	Envolver os decisores para determinar as prioridades e os diferentes custos relacionados ao ciclo de vida das atividades rurais.	O estudo desenvolve uma avaliação do ciclo de vida para o cultivo de oliveiras em uma região específica da Itália, porém modelos que possam realizar essa mesma avaliação, integrando os custos relacionados a esse ciclo devem ser desenvolvidos em um aspecto amplo e global.
Montilla-López; Gómez-Limón; Gutiérrez-Martín, 2018	Desenvolvimento de um modelo integrado para alocação de sistemas captação de água destinadas para irrigação de áreas agrícolas em locais com características de escassez de recursos hídricos.	Além da necessidade de maximizar a captação e a alocação dos recursos hídricos, deve-se desenvolver modelos que integrem os custos relacionados a captação e os impactos gerados por esses recursos.	O estudo analisa apenas a visão política da implantação de pontos de captação em uma bacia hídrica, as análises não levam em consideração os demais pontos de influência sobre os sistemas de irrigação.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Cobuloglu; Büyüктаhtakın, 2015	Utilizar a proposta do método SAHP para outros problemas complexos, bem como seleção das culturas de biomassa mais sustentáveis em diferentes países ou regiões.	Outras abordagens como ANP, VIKOR ou TOPSIS também podem ser usadas na seleção de culturas de biomassa para comparar os resultados, pois a maioria dos estudos nessa área depende de modelos matemáticos.	Nesse artigo foi desenvolvido os critérios de tomada de decisão mais abrangentes incluindo fatores econômicos, ambientais, e sociais para a seleção sustentável de culturas para biomassa. Conforme ocorre a mudança nas forma de produção de biomassa e de biocombustíveis, a estrutura de tomada de decisão e os pesos correspondentes podem ser atualizados dependendo da significância dos critérios.
Favretto <i>et al.</i> , 2016	Promover o desenvolvimento dos sistemas de irrigação e novas formas de manter a sustentabilidade alimentar em regiões semiáridas.	Analisar o custo benefício dos sistemas de irrigação, envolvendo os decisores com a utilização de métodos multicritérios, capazes de auxiliar no desenvolvimento da agricultura nas regiões menos favorecidas e com escassez de recursos hídricos.	O estudo promove uma análise das preferências dos agricultores para o fornecimento de água em uma região com deficiência hídrica.
Marchand <i>et al.</i> , 2014	Analisar os dados através de diferentes tipos de fontes de informações fornecidas pelo uso complementar de ferramentas alternativas para definição das escolhas das ferramentas de avaliação da sustentabilidade na agricultura.	Preencher as lacunas por meio da utilização dos decisores e especialistas envolvidos no processo da agricultura e no meio rural.	O estudo procura auxiliar na escolha das ferramentas de análise de sustentabilidade no meio rural, porém pode-se auxiliar no desenvolvimento do método a utilização de dados originados de outras fontes ou outras ferramentas.
Vial <i>et al.</i> , 2018	Analisar a influência sobre o custo de produção de outros vetores de propagação de doenças na agricultura.	Utilizar métodos multicritérios que possam integrar os efeitos da influência entre os custos e os impactos na sanidade das doenças na agricultura.	O estudo analisa os resultados dos impactos sanitários e relacionados às doenças ocasionadas pela infestação dos carrapatos em uma região da Ásia.

Artigos	Lacunas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Nikas; Sotiropoulos; Xydis, 2018	A partir das ferramentas de definição de melhor localização das áreas de cultivo, deve-se utilizar ferramentas de previsão para determinação dos custos de produção bem como análise de viabilidade da implantação da lavoura.	Integrar aos estudos de GIS, análises que possam estimar os custos de produção de cada local.	O estudo investiga a melhor localização para o plantio de girassol para produção de biogás em um local específico, os resultados fornecem apoio aos futuros investidores e aos agricultores. Os mapas desenvolvidos a partir do estudo são uma ferramenta útil para a previsão de rendimento. Porém ainda é necessário estimar os custos de produção e expectativa de retorno.
Inkoom <i>et al.</i> , 2018	Avaliar os impactos financeiros e os custos relacionados a degradação do uso da terra em paisagem rurais.	Utilizar o auxílio de métodos multicritérios para definição dos impactos dos custos mais relevantes originados pelos impactos sobre o uso da terra.	O estudo utilizou os métodos multicritérios para avaliar os impactos da degradação das paisagens rurais, porém o foco foi controle de inundações, controle climático e controle de erosão eólica. Cabendo a avaliação dos impactos financeiros destas análises.
Singh; Jha; Chowdary, 2018	Pelo método AHP ter se mostrado superior a outras técnicas de estudo de potencial de águas subterrâneas, deve-se desenvolver estudos mais abrangentes com perspectivas mais voltadas a viabilidade da extração das águas destas bacias.	Indica-se que seja utilizado outras abordagens multicritério para complementação do estudo e solução de outras lacunas.	O estudo se concentra na avaliação das águas subterrâneas, seguindo uma análise integrada de múltiplos critérios e uma abordagem geoespacial. Multicritérios baseados em GIS Técnicas de Análise de Decisão (MCDM), processo de hierarquia analítica (AHP) e teoria de catástrofe foram usadas para delinear zonas potenciais de águas subterrâneas em um Comando do Canal da Índia Oriental
Essien; Dzisi; Addo, 2018	Desenvolver outros sistemas de armazenamento e logística de produtos rurais utilizando técnicas de análise multicritério.	Utilizar métodos multicritérios envolvendo os decisores para encontrar as melhores soluções de armazenagem.	O estudo utiliza métodos integrados para o encontrar a melhor alternativa para a instalação de armazéns para grãos, porém a utilização de métodos consolidados se faz necessário.

Artigos	Lacunhas identificadas	Soluções sugeridas	Discussão
Miao; Gonçalves; Pereira, 2018	Integrar análises de sustentabilidade das fontes hídricas a uma análise aprofundada dos custos de captação de cada bacia hidrográfica.	Realizar o envolvimento dos decisores com os dados históricos coletados em diferentes bases. Integrar métodos multicritérios para a análise.	O estudo buscou encontrar as melhores formas de captação e estocagem de água para o desenvolvimento da agricultura de forma sustentável.

APÊNDICE C - DEFINIÇÃO DOS PESOS

Tabela 11 – Pesos para dimensões (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Aquisição	Recepção	Propriedade	Utilização	Eliminação	Comportamento compra	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Aquisição	1,00	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	19,00	116,58	19,43%
Recepção	0,25	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	10,25	103,42	17,24%
Propriedade	0,33	0,50	1,00	0,50	2,00	2,00	6,33	97,33	16,22%
Utilização	0,33	0,50	2,00	1,00	3,00	3,00	9,83	102,67	17,11%
Eliminação	0,25	0,50	0,50	0,33	1,00	2,00	4,58	92,08	15,35%
Comportamento compra	0,25	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00	2,92	87,92	14,65%
S. Colunas (SCol.)	2,42	6,83	9,00	7,17	12,50	15,00	Soma =	600,00	100,00%
Z= SLinha - SColuna	16,58	3,42	-2,67	2,67	-7,92	-12,08			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 12 – Avaliação de pesos de critérios globais para aquisição (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Preço prod.	Desconto	Evolução preço	Interesse compra	Impostos	Custo cotação	Custo contrato	Custo acompanhamento	Soma Linha (SL)	Ordenação	Pesos
									$\sum_{i=1}^n v_i$	$Y_i = w_j * (100 + Z)$	$w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Preço produto	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	30,00	24,74	15,91%
Desconto	0,25	1,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	24,25	22,86	14,71%
Evolução preço	0,25	0,33	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	14,58	20,32	13,07%
Interesse compra	0,25	0,25	0,50	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	13,00	19,53	12,56%
Impostos	0,25	0,25	0,50	0,50	1,00	3,00	3,00	3,00	11,50	18,94	12,19%
Custo cotação	0,25	0,25	0,33	0,33	0,33	1,00	2,00	2,00	6,50	17,00	10,94%
Custo contrato	0,25	0,25	0,33	0,33	0,33	0,50	1,00	2,00	5,00	16,42	10,56%
Custo acompanhamento	0,20	0,25	0,33	0,33	0,33	0,50	0,50	1,00	3,45	15,63	10,06%
S. Colunas	2,70	6,58	10,0	12,5	14,0	19,0	20,50	23,00	Soma =	155,44	100,00%
Z= SLinha - SColuna	27,3	17,67	4,58	0,50	-2,50	-12,50	-15,50	-19,55			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 13 – Avaliação de pesos de critérios globais para recepção (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Custo de transporte	Custos de conferências de quantidade	Custos dos testes de qualidade	Custo de descarga	Custo de recepção	Custo de faturamento	Custo de litígio	Soma Linha (SL)	Ordenação	Pesos
								$\sum_{i=1}^n v_i$	$Y_i = w_j * (100 + Z)$	$w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de transporte	1,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	24,00	20,93	17,35%
Custos de conferências de quantidade	0,25	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	5,25	16,07	13,32%
Custos dos testes de qualidade	0,25	1,00	1,00	0,33	0,50	0,50	1,00	4,58	15,61	12,94%
Custo de descarga	0,33	2,00	3,03	1,00	3,00	3,00	4,00	16,36	19,07	15,80%
Custo de recepção	0,25	2,00	2,00	0,33	1,00	2,00	3,00	10,58	17,37	14,39%
Custo de faturamento	0,25	1,00	2,00	0,33	0,50	1,00	2,00	7,08	16,39	13,58%
Custo de litígio	0,25	1,00	1,00	0,25	0,33	0,50	1,00	4,33	15,23	12,62%
S. Colunas	2,58	12,00	14,03	5,75	9,83	12,00	16,00	Soma =	120,65	100,00%
Z= SLinha - SColuna	21,42	-6,75	-9,45	10,62	0,75	-4,92	-11,67			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 14 – Avaliação de pesos de critérios globais para utilização (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Custo de reposição	Eficiência	Durabilidade	Custo de treinamento de pessoal	Custo de adaptações	Custos de falha de produção	Custo de falha do produto	Custo de manutenção	Custo de instalação	Custo de controle de qualidade	Soma Linha (SL)	Ordenação	Pesos
											$\sum_{i=1}^n v_i$	$Y_i = w_j * (100 + Z)$	$w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de reposição	1,00	0,25	0,25	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	16,50	17,82	10,42%
Eficiência	4,00	1,00	1,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	32,00	21,87	12,78%
Durabilidade	4,00	1,00	1,00	4,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	31,00	21,69	12,68%
Custo de treinamento de pessoal	0,50	0,25	0,25	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	5,00	14,03	8,20%
Custo de adaptações	0,50	0,33	0,25	2,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00	9,08	15,76	9,21%
Custos de falha de produção	0,50	0,25	0,33	2,00	2,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	17,08	17,90	10,46%
Custo de falha do produto	0,50	0,33	0,33	2,00	2,00	0,50	1,00	3,00	3,00	4,00	16,67	17,75	10,38%
Custo de manutenção	0,50	0,25	0,25	2,00	1,00	0,33	0,33	1,00	2,00	2,00	9,67	15,34	8,97%
Custo de instalação	0,50	0,25	0,33	2,00	1,00	0,33	0,33	0,50	1,00	2,00	8,25	15,10	8,83%
Custo de controle de qualidade	0,33	0,25	0,25	2,00	0,50	0,33	0,25	1,00	0,50	1,00	6,42	13,85	8,09%
S. Colunas	12,33	4,17	4,25	23,00	17,00	12,50	12,92	20,00	20,00	25,50	Soma =	171,11	100,00%
Z= SLinha - SColuna	4,17	27,83	26,75	-18,00	-7,92	4,58	3,75	-10,33	-11,75	-19,08			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 15 – Avaliação de pesos de critérios globais para propriedade (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Custo de manutenção do estoque	Custo do tempo	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de manutenção do estoque	1,00	1,00	2,00	16,22	50,00%
Custo do tempo	1,00	1,00	2,00	16,22	50,00%
S. Colunas (SCol.)	2,00	2,00	Soma =	32,44	100,00%
$Z= S_{Linha} - S_{Coluna}$	0,00	0,00			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 16 – Avaliação de pesos de critérios globais para eliminação (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Recuperação de resíduos	Custos das devoluções	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Recuperação de resíduos	1,00	2,00	3,00	15,58	50,75%
Custos das devoluções	0,50	1,00	1,50	15,12	49,25%
S. Colunas (SCol.)	1,50	3,00	Soma =	30,69	100,00%
$Z= S_{Linha} - S_{Coluna}$	1,50	-1,50			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 17 – Avaliação de pesos de critérios globais para comportamento de compra (escala de 1 a 5) dos agricultores brasileiros

	Preço acessível para pequenas quantidades	Desconto para grandes quantidades	Pagamento de juros para compra a prazo	Assistência técnica oferecida pelo fornecedor	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i = 100 + Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$
Preço acessível para pequenas quantidades	1,00	2,00	3,00	3,00	9,00	15,65	26,71%
Desconto para grandes quantidades	0,50	1,00	2,00	3,00	6,50	15,04	25,67%
Pagamento de juros para compra a prazo	0,33	0,50	1,00	3,00	4,83	14,43	24,63%
Assistência técnica oferecida pelo fornecedor	0,33	0,33	0,33	1,00	2,00	13,48	23,00%
S. Colunas (SCol.)	2,17	3,83	6,33	10,00	Soma =	58,61	100,00%
$Z = S_{Linha} - S_{Coluna}$	6,83	2,67	-1,50	-8,00			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 18 – Pesos para dimensões (escala de 1 a 5) de Portugal

	Aquisição	Recepção	Propriedade	Utilização	Eliminação	Comportamento compra	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Aquisição	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	16,00	113,33	18,89%
Recepção	0,33	1,00	3,00	2,00	2,00	3,00	11,33	105,67	17,61%
Propriedade	0,33	0,33	1,00	1,00	2,00	2,00	6,67	97,67	16,28%
Utilização	0,33	0,50	1,00	1,00	3,00	3,00	8,83	101,17	16,86%
Eliminação	0,33	0,50	0,50	0,33	1,00	2,00	4,67	93,17	15,53%
Comportamento compra	0,33	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00	3,00	89,00	14,83%
S. Colunas (SCol.)	2,67	5,67	9,00	7,67	11,50	14,00	Soma =	600,00	100,00%
Z= SLinha - SColuna	13,33	5,67	-2,33	1,17	-6,83	-11,00			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 19 – Avaliação de pesos de critérios globais para aquisição (escala de 1 a 5) de Portugal

	Preço prod.	Desconto	Evolução preço	Interesse compra	Impostos	Custo cotação	Custo contrato	Custo acompanhamento	Soma Linha (SL)	Ordenação	Pesos
									$\sum_{i=1}^n v_i$	$Y_i = w_j * (100 + Z)$	$w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Preço produto	1,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	28,00	23,64	15,65%
Desconto	0,33	1,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	24,33	22,43	14,84%
Evolução preço	0,25	0,25	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	14,50	19,55	12,94%
Interesse compra	0,25	0,25	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	9,00	18,04	11,94%
Impostos	0,25	0,25	0,50	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	12,00	18,70	12,38%
Custo cotação	0,25	0,33	0,33	0,50	0,33	1,00	2,00	2,00	6,75	16,95	11,22%
Custo contrato	0,25	0,25	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00	2,00	5,17	16,18	10,71%
Custo acompanhamento	0,25	0,25	0,33	0,50	0,33	0,50	0,50	1,00	3,67	15,61	10,33%
S. Colunas	2,83	5,58	11,00	13,50	13,00	17,00	19,50	21,00	Soma =	151,11	100,00%
Z= SLinha - SColuna	25,17	18,75	3,50	-4,50	-1,00	-10,25	-14,33	-17,33			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 20 – Avaliação de pesos de critérios globais para recepção (escala de 1 a 5) de Portugal

	Custo de transporte	Custos de conferências de quantidade	Custos dos testes de qualidade	Custo de descarga	Custo de recepção	Custo de faturamento	Custo de litígio	Soma Linha (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Ordenação $Y_i = w_j * (100 + Z)$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de transporte	1,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	20,00	20,62	16,73%
Custos de conferências de quantidade	0,33	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	4,83	16,35	13,26%
Custos dos testes de qualidade	0,33	1,00	1,00	0,33	0,50	0,50	1,00	4,67	16,14	13,09%
Custo de descarga	0,33	2,00	3,00	1,00	2,00	3,00	3,00	14,34	19,08	15,48%
Custo de recepção	0,25	2,00	2,00	0,50	1,00	2,00	3,00	10,75	17,95	14,56%
Custo de faturamento	0,33	2,00	2,00	0,33	0,50	1,00	2,00	8,17	17,20	13,95%
Custo de litígio	0,33	1,00	1,00	0,33	0,33	0,50	1,00	4,50	15,94	12,93%
S. Colunas	2,92	12,00	13,00	6,00	8,83	10,50	14,00	Soma=	123,28	100,00%
Z= SLinha - SColuna	17,08	-7,17	-8,34	8,34	1,92	-2,33	-9,50			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 21 – Avaliação de pesos de critérios globais para utilização (escala de 1 a 5) de Portugal

	Custo de reposição	Eficiência	Durabilidade	Custo de treinamento de pessoal	Custo de adaptações	Custos de falha de produção	Custo de falha do produto	Custo de manutenção	Custo de instalação	Custo de controle de qualidade	Soma Linha (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Ordenação $Y_i = w_j * (100 + Z)$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de reposição	1,00	0,33	0,25	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00	3,00	15,58	17,49	10,37%
Eficiência	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	27,00	20,64	12,24%
Durabilidade	4,00	1,00	1,00	4,00	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	31,00	21,37	12,68%
Custo de treinamento de pessoal	0,50	0,33	0,25	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	5,58	14,26	8,46%
Custo de adaptações	0,50	0,33	0,25	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00	8,08	15,27	9,06%
Custos de falha de produção	0,50	0,33	0,33	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	15,17	17,42	10,33%
Custo de falha do produto	0,50	0,33	0,33	2,00	2,00	0,50	1,00	3,00	3,00	3,00	15,67	17,31	10,27%
Custo de manutenção	1,00	0,33	0,25	2,00	1,00	0,50	0,33	1,00	2,00	2,00	10,42	15,75	9,34%
Custo de instalação	0,50	0,33	0,25	2,00	1,00	0,33	0,33	0,50	1,00	2,00	8,25	14,88	8,83%
Custo de controle de qualidade	0,33	0,25	0,33	2,00	0,50	0,50	0,33	1,00	0,50	1,00	6,75	14,21	8,43%
S. Colunas	11,84	4,58	4,25	21,00	17,50	11,83	13,00	17,00	20,00	22,50	Soma=	168,61	100,00%
Z= SLinha - SColuna	3,75	22,42	26,75	-15,42	-9,42	3,33	2,67	-6,58	-11,75	-15,75			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 22 – Avaliação de pesos de critérios globais para propriedade (escala de 1 a 5) de Portugal

	Custo de manutenção do estoque	Custo do tempo	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Custo de manutenção do estoque	1,00	3,00	4,00	16,71	51,33%
Custo do tempo	0,33	1,00	1,33	15,84	48,67%
S. Colunas (SCol.)	1,33	4,00	Soma =	32,56	100,00%
$Z= S_{Linha} - S_{Coluna}$	2,67	-2,67			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 23 – Avaliação de pesos de critérios globais para eliminação (escala de 1 a 5) de Portugal

	Recuperação de resíduos	Custos das devoluções	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Recuperação de resíduos	1,00	2,00	3,00	15,76	50,75%
Custos das devoluções	0,50	1,00	1,50	15,29	49,25%
S. Colunas (SCol.)	1,50	3,00	Soma =	31,06	100,00%
$Z= S\text{Linha} - S\text{Coluna}$	1,50	-1,50			

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 24 – Avaliação de pesos de critérios globais para comportamento de compra (escala de 1 a 5) de Portugal

	Preço acessível para pequenas quantidades	Desconto para grandes quantidades	Pagamento de juros para compra a prazo	Assistência técnica oferecida pelo fornecedor	Soma Linhas (SL) $\sum_{i=1}^n v_i$	Orden. $Y_i=100+Z$	Pesos $w_j = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$
Preço acessível para pequenas quantidades	1,00	2,00	2,00	3,00	8,00	15,67	26,42%
Desconto para grandes quantidades	0,50	1,00	2,00	3,00	6,50	15,23	25,67%
Pagamento de juros para compra a prazo	0,50	0,50	1,00	3,00	5,00	14,78	24,92%
Assistência técnica oferecida pelo fornecedor	0,33	0,33	0,33	1,00	2,00	13,65	23,00%
S. Colunas (SCol.)	2,33	3,83	5,33	10,00	Soma =	59,33	100,00%
$Z= S\text{Linha} - S\text{Coluna}$	5,67	2,67	-0,33	-8,00			

Fonte: Autoria própria (2021)

APÊNDICE D - TABELAS DE CÁLCULOS E DEMONSTRAÇÕES

Tabela 25 – Avaliação de critérios monetários para fertilizantes químicos no Brasil

Critérios / Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilid.	Custo de transporte	Evolução do preço	SOMA	Ordenação
							$\sum_{i=1}^n v_i$	
Abrev.	PPR	DISC	EFF	DUR	TRC	PEV		$Rank = \min \left(\sum_{i=1}^n v_i \right)$
Unid.	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	
FORN-1	20,00	0,00	1,22	0,50	0,00	0,40	22,12	4°
FORN-2	21,30	-0,21	1,30	0,53	0,10	0,25	23,27	10°
FORN-3	20,40	-0,20	1,24	0,51	0,00	0,20	22,15	5°
FORN-4	21,00	-0,31	1,28	0,53	0,00	0,00	22,50	7°
FORN-5	20,30	0,00	1,24	0,51	0,40	0,20	22,65	8°
FORN-6	20,00	0,00	1,22	0,50	0,50	0,00	22,22	6°
FORN-7	20,50	0,00	1,25	0,51	0,50	0,25	23,01	9°
FORN-8	20,80	0,00	1,27	0,52	0,50	0,42	23,51	11°
FORN-9	19,50	-0,19	1,19	0,49	0,50	0,00	21,49	1°
FORN-10	20,40	-0,20	1,24	0,51	0,00	0,00	21,95	2°
FORN-11	20,00	0,00	1,22	0,50	0,30	0,00	22,02	3°

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 26 – Avaliação dos critérios estimados para fertilizantes químicos no Brasil

Critérios / Alternativas	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica	Ordenação
Abrev.	CPRF	CPF	COR	CQO	CCO	TAS	
Pesos (w_j)	16,66%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%	16,66%	
Unit	Pontuação	Pontuação	Pontuação	Pontuação	Pontuação	S/N	
FORN-1	3	1	3	1	3	1	1°
FORN-2	3	3	3	1	3	1	2°
FORN-3	3	3	3	1	3	0	3°
FORN-4	7	5	3	1	5	0	10°
FORN-5	5	5	3	5	3	1	9°
FORN-6	5	5	3	3	3	1	7°
FORN-7	7	5	5	3	3	0	11°
FORN-8	5	3	5	3	3	0	8°
FORN-9	3	3	3	5	1	1	5°
FORN-10	3	3	3	5	3	1	6°
FORN-11	3	1	3	3	3	1	4°

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 27 – Matriz normalizada (min / max) para o insumo fertilizante químico no Brasil

Critério/ Alternativa	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica
FORN-1	0,722	0,000	0,727	0,750	1,000	0,048	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000
FORN-2	0,000	0,677	0,000	0,000	0,800	0,405	1,000	0,500	1,000	1,000	0,500	1,000
FORN-3	0,500	0,645	0,545	0,500	1,000	0,524	1,000	0,500	1,000	1,000	0,500	1,000
FORN-4	0,167	1,000	0,182	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000

FORN-5	0,556	0,000	0,545	0,500	0,200	0,524	0,500	0,000	1,000	0,000	0,500	1,000
FORN-6	0,722	0,000	0,727	0,750	0,000	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,500	1,000
FORN-7	0,444	0,000	0,455	0,500	0,000	0,405	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000
FORN-8	0,278	0,000	0,273	0,250	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000
FORN-9	1,000	0,613	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,500	1,000	0,000	1,000	1,000
FORN-10	0,500	0,645	0,545	0,500	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	0,000	0,500	1,000
FORN-11	0,722	0,000	0,727	0,750	0,400	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	1,000

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 28 – Matriz ponderada normalizada (*V*) para o insumo fertilizante químico no Brasil

Critério/ Alternativa	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica
FORN-1	0,183	0,098	0,163	0,163	0,180	0,092	0,154	0,153	0,149	0,146	0,106	0,116
FORN-2	0,107	0,165	0,094	0,093	0,162	0,123	0,154	0,115	0,149	0,146	0,106	0,116
FORN-3	0,160	0,162	0,146	0,140	0,180	0,133	0,154	0,115	0,149	0,146	0,106	0,116
FORN-4	0,124	0,197	0,111	0,093	0,180	0,175	0,077	0,076	0,149	0,146	0,071	0,058
FORN-5	0,166	0,098	0,146	0,140	0,108	0,133	0,116	0,076	0,149	0,073	0,106	0,116
FORN-6	0,183	0,098	0,163	0,163	0,090	0,175	0,116	0,076	0,149	0,110	0,106	0,116
FORN-7	0,154	0,098	0,137	0,140	0,090	0,123	0,077	0,076	0,075	0,110	0,106	0,058
FORN-8	0,136	0,098	0,120	0,117	0,090	0,088	0,116	0,115	0,075	0,110	0,106	0,058
FORN-9	0,213	0,159	0,188	0,187	0,090	0,175	0,154	0,115	0,149	0,073	0,141	0,116
FORN-10	0,160	0,162	0,146	0,140	0,180	0,175	0,154	0,115	0,149	0,073	0,106	0,116
FORN-11	0,183	0,098	0,163	0,163	0,126	0,175	0,154	0,153	0,149	0,110	0,106	0,116

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 29 – Matriz de linha de fronteira (*G*)

<i>G_i</i>	0,158	0,126	0,141	0,137	0,128	0,138	0,126	0,104	0,132	0,109	0,105
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 30 – Cálculo da matriz *Q* e classificação final no Brasil

Cr / Alt.	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Custo de falha de produção	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de contrato	Assistência técnica	$\sum S_i$	Ordenação
F-1	0,03	-0,03	0,02	0,03	0,05	-0,05	0,03	0,05	0,02	0,04	0,00	0,02	0,20	4°
F-2	-0,05	0,04	-0,05	-0,04	0,03	-0,02	0,03	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,03	7°
F-3	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,21	2°
F-4	-0,03	0,07	-0,03	-0,04	0,05	0,04	-0,05	-0,03	0,02	0,04	-0,03	-0,04	-0,04	8°
F-5	0,01	-0,03	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,01	-0,03	0,02	-0,04	0,00	0,02	-0,07	9°
F-6	0,03	-0,03	0,02	0,03	-0,04	0,04	-0,01	-0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,05	6°
F-7	0,00	-0,03	0,00	0,00	-0,04	-0,02	-0,05	-0,03	-0,06	0,00	0,00	-0,04	-0,26	10°
F-8	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02	-0,04	-0,05	-0,01	0,01	-0,06	0,00	0,00	-0,04	-0,27	11°
F-9	0,05	0,03	0,05	0,05	-0,04	0,04	0,03	0,01	0,02	-0,04	0,04	0,02	0,26	1°
F-10	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02	-0,04	0,00	0,02	0,18	5°
F-11	0,03	-0,03	0,02	0,03	0,00	0,04	0,03	0,05	0,02	0,00	0,00	0,02	0,20	3°

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 31 – Avaliação de critérios monetários para fertilizantes químicos em Portugal

Critérios / Alternativas	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilid.	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	SOMA	Ordenação
Abrev.	PPR	DISC	EFF	DUR	TRC	PEV	TAX	$\sum_{i=1}^n v_i$	$Rank = \min \left(\sum_{i=1}^n v_i \right)$
Unid.	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	USD	
FORN-1	42,40	0,00	2,59	1,06	0,00	0,85	5,51	52,41	3°
FORN-2	45,16	-0,45	2,76	1,12	0,21	0,53	5,87	55,20	5°
FORN-3	43,25	-0,42	2,63	1,08	0,00	0,42	5,62	52,58	4°
FORN-4	44,52	-0,66	2,71	1,12	0,00	0,00	2,67	50,37	1°
FORN-5	43,04	0,00	2,63	1,08	0,85	0,42	2,58	50,60	2°

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 32 – Avaliação dos critérios estimados para fertilizantes químicos em Portugal

Critérios / Alternativas	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica	Ordenação
Abrev.	CPF	COR	CQO	CMA	TAS	$R_K = \min \left(\sum_{i=1}^n w_j * v_{ij} \right)$
Pesos (w_j)	20%	20%	20%	20%	20%	
Unit	Pontuação	Pontuação	Pontuação	Pontuação	S/N	
FORN-1	1	3	1	3	1	1°
FORN-2	3	1	3	3	1	2°
FORN-3	3	3	1	3	0	3°
FORN-4	5	1	1	5	0	5°
FORN-5	5	3	5	3	1	4°

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 33 – Matriz normalizada (min / max) para o insumo fertilizante químico de Portugal

Critério/ Alternativa	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica
FORN-1	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,11	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
FORN-2	0,00	0,68	0,00	0,00	0,75	0,38	0,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00
FORN-3	0,69	0,64	0,76	0,67	1,00	0,51	0,08	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00
FORN-4	0,23	1,00	0,29	0,00	1,00	1,00	0,97	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
FORN-5	0,77	0,00	0,76	0,67	0,00	0,51	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 34 – Matriz ponderada normalizada (*V*) para o insumo fertilizante químico de Portugal

Critério/ Alternativa	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica
FORN-1	0,200	0,098	0,181	0,187	0,180	0,086	0,091	0,151	0,079	0,148	0,138	0,119
FORN-2	0,103	0,165	0,090	0,094	0,158	0,118	0,082	0,114	0,157	0,111	0,138	0,119
FORN-3	0,175	0,161	0,159	0,156	0,180	0,129	0,088	0,114	0,079	0,148	0,138	0,060
FORN-4	0,127	0,196	0,117	0,094	0,180	0,171	0,161	0,076	0,157	0,148	0,069	0,060
FORN-5	0,183	0,098	0,159	0,156	0,090	0,129	0,164	0,076	0,079	0,074	0,138	0,119

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 35 – Matriz de linha de fronteira (*G*)

<i>G_i</i>	0,153	0,138	0,137	0,132	0,153	0,123	0,112	0,102	0,104	0,122	0,120
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 36 – Cálculo da matriz *Q* e classificação final de Portugal

Cr / Alt.	Preço do produto	Desconto	Custo de eficiência	Custo de durabilidade	Custo de transporte	Evolução do preço	Impostos	Custo de falha de produto	Custo de recepção	Custo de cotação	Custo de manutenção	Assistência técnica	$\sum S_i$	Ordenação
F-1	0,05	-0,04	0,04	0,06	0,03	-0,04	-0,02	0,05	-0,03	0,03	0,02	0,03	0,17	1°
F-2	-0,05	0,03	-0,05	-0,04	0,01	-0,01	-0,03	0,01	0,05	-0,01	0,02	0,03	-0,04	5°
F-3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	-0,02	0,01	-0,03	0,03	0,02	-0,03	0,10	2°
F-4	-0,03	0,06	-0,02	-0,04	0,03	0,05	0,05	-0,03	0,05	0,03	-0,05	-0,03	0,07	3°
F-5	0,03	-0,04	0,02	0,02	-0,06	0,01	0,05	-0,03	-0,03	-0,05	0,02	0,03	-0,02	4°

Fonte: Autoria própria (2021)