UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANDRÉ MURITIBA ARAÚJO

MODELO DE APOIO A DECISÃO EM GRUPO NA AVALIAÇÃO DA MANGICULTURA NO VALE DO SÃO FRANCISCO/PE

Recife
2020

ANDRÉ MURITIBA ARAÚJO

MODELO DE APOIO A DECISÃO EM GRUPO NA AVALIAÇÃO DA MANGICULTURA NO VALE DO SÃO FRANCISCO/PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Pesquisa Operacional

Orientadora: Profa. D.Sc. Danielle Costa Morais.

Recife

2020

Catalogação na fonte
Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

A663m Araújo, André Muritiba.
Modelo de apoio a decisão em grupo na valiação da mangicultura no Vale do São Francisco/PE / André Muritiba Araújo. – Recife, 2020.
70 folhas, il., figs., tabs.
Orientador: Profa. D.Sc. Danielle Costa Morais.
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção, 2020.
Inclui Referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Decisão em grupo. 3. Manga. 4. Agronegócio. 5. Método PROMETHEE-ROC.. I. Morais, Danielle Costa (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2021-163

ANDRÉ MURITIBA ARAÚJO

MODELO DE APOIO A DECISÃO EM GRUPO NA AVALIAÇÃO DA MANGICULTURA NO VALE DO SÃO FRANCISCO/PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Pesquisa Operacional

Aprovado em: 27/10/2020

BANCA EXAMINADORA

_____

Profa. Dra. Daniela Costa Morais (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Alfrânio Galdino de Araújo (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, pelo entusiasmo que sempre demonstram com minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Esta é mais uma etapa que se conclui e marca uma jornada de grandes momentos e, principalmente, muitos aprendizados. Durante todo o ciclo fui agraciado em vivenciar conquistas formidáveis, bem como desenvolver competências junto a algumas pessoas ilustres que me ajudaram nesta caminhada.

Aos meus pais, Adroaldo e Elione, pelo bom exemplo e dedicação, irmãos, Murilo e Leonardo, bem como toda a minha família que, com muita compreensão, carinho e apoio, sempre proporcionaram momentos de paz e felicidade, sendo o alicerce, referência, nunca medindo esforços para que eu alcançasse os objetivos.

A Ysis Mota, que acompanhou e apoiou o desfecho desse processo, além de materializar o conceito de propósito e família, bem como me propiciar ter a maior conquista de todas.

A Kerly Xavier, que mesmo com toda as minhas ausências, vivenciou passo a passo os detalhes dessa jornada, me apoiou, suportou e, especialmente, motivou por todos os tropeços.

A toda equipe Agrodan, em especial ao Diretor Paulo Dantas, por acreditar, reconhecer, e me dar todo o apoio necessário, no âmbito de desenvolver a pesquisa e fomentar os melhores desafios, com um propósito único.

A minha orientadora Profª Danielle Morais, um exemplo de profissional e a quem admiro bastante. Muito obrigado por me dar todo o suporte necessário, direcionar a problemática, cujos conselhos foram sempre valiosos.

A toda a turma PPGEP/PRO 2018, que foram enormes parceiros, em um nível de companheirismo e acolhimento único. Ao amigo Amadeu, pelas conversas e companhia. Ao amigo Over, por toda ajuda e debates.

Aos professores do PPGEP/UFPE por transmitirem e compartilharem um pouco dos seus conhecimentos.

A Deus, com toda a minha fé, pelo dom da vida e pela saúde.

RESUMO

A fruticultura é um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro, por se tratar de um segmento estratégico para o desenvolvimento socioeconômico do país, tendo a manguicultura, uma significativa participação. Uma das problemáticas que envolvem o setor, é a avaliação de qual variedade de manga cultivar em novas fazendas, haja vista o longo espaço de tempo para se ter a primeira produção e, só então, verificar o resultado do cultivo. Com o intuito de contribuir para resolução do problema, esta pesquisa apresenta uma abordagem multicritério, sendo proposto um modelo para tomada de decisão em grupo, tendo em vista que um problema dessa natureza envolve múltiplos atores. Através do desenvolvimento em um caso real, o modelo buscou avaliar qual variedade de manga plantar em novas fazendas. Assim, adequado à estrutura organizacional da empresa, o modelo foi construído contando com três etapas: 1) definição dos atores, critérios e identificação das alternativas, 2) avaliação individual para cada decisor, 3) agregação global do grupo. A partir dos resultados obtidos com a aplicação do modelo, o qual foi baseado nos métodos PROMETHEE II e PROMETHEE-ROC, além de recomendar a variedade de manga a ser plantada numa determinada situação real, o modelo também possibilitou o enriquecimento da discussão no processo de análise da expansão de áreas plantadas, além de fomentar o apoio ao planejamento estratégico para crescimento da empresa de forma sustentável.

Palavras-chave: decisão em grupo; manga; agronegócio; método PROMETHEE-ROC.

ABSTRACT

Fruit growing is one of the most important sectors of Brazilian agribusiness, as it is a strategic segment for the country's socioeconomic development, with mango farming having a significant participation. One of the problems that involve the sector is the assessment of which variety of mango to grow in new farms, given the long period of time to have the first production and only then, to verify the result of the cultivation. In order to contribute to the resolution of the problem, this research presents a multicriteria approach, proposing a model for group decision making, considering that a problem of this nature involves multiple actors. Through development in a real case, the model sought to assess which variety of mango to plant in new farms. Thus, appropriate to the company's organizational structure, the model was built with three stages: 1) definition of the actors, criteria and identification of alternatives, 2) individual assessment for each decision maker, 3) global group aggregation. Based on the results obtained with the application of the model, which was based on the PROMETHEE II and PROMETHEE-ROC methods, in addition to recommending the variety of mango to be planted in a given real situation, the model also made it possible to enrich the discussion in the process of analysis of the expansion of planted areas, in addition to fostering support for strategic planning for the company's growth in a sustainable manner.

Keywords: group decision; manga; agribusiness; PROMETHEE-ROC method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Classificação do tipo de pesquisa ……	16
Figura 2 -	Agregação de preferências individuais ……	24
Figura 3 -	Etapas do desenvolvimento de um Modelo Multicritério ……	25
Figura 4 -	Processo de modelagem de preferência para definição do tipo de racionalidade …….	26
Figura 5 -	Funções de preferência ……..	28
Figura 6 -	Projeção dos pesos no plano *GAIA* ……..…….	31
Figura 7 -	Produção de manga por região (mil ton) e hectares de manga produzindo ……	36
Figura 8 -	Exportações de manga à união europeia ……...	38
Figura 9 -	Estrutura da cadeia produtiva de frutas brasileiras …..……	38
Figura 10 -	Toneladas por variedade exportadas do Brasil para o Mundo em 2018……	41
Figura 11 -	Perspectivas da Estratégia de Operações ……..	42
Figura 12 -	Modelo proposto ……...….....	45
Figura 13 -	Linha decisoria …….....	46
Figura 14 -	Visualização do plano *GAIA* e ranking das alternativas com relação aos pontos de vista dos decisores ……..	53
Figura 15 -	Visualização do plano *GAIA* e ranking das alternativas para o D5 Supradecisor ……..	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Etapas do processo decisório utilizando AMD ……	22
Tabela 2 -	Histórico de produç ão de Abacates, goiabas, mangas e mangostões, frescos ou secos……	37
Tabela 3 -	Características das principais variedades de Manga……..	40
Tabela 4 -	Calendário de produtividade de manga por variedades……	41
Tabela 5 -	Critérios do problema de decisão com seus respectivos objetivos e descrições……...	49
Tabela 6 -	Matriz de consequências……	51
Tabela 7 -	Normalização para critérios demanda e Aparência, segundo ROC…...	51
Tabela 8 -	Critérios e respectivos graus de importância para os decisores D1, D2, D3 e D4……...……	52
Tabela 9 -	Normalização dos pesos dos Decisores, segundo ROC…….	55
Tabela 10 -	Matriz de consequências do Supradecisor a partir do fluxo líquido dos decisores.…….	55
Tabela 11 -	Matriz de ponderação dos critérios e decisores…….	57
Tabela 12 -	Fluxos individuais com acréscimo de 5% em critérios C1, C2 e C8.…….....	58
Tabela 13 -	Fluxos individuais com diminuição de 5% em critérios C1, C2 e C8...	58
Tabela 14 -	Fluxos globais para pesos iguais e aumento de 10% em D2 PH e D4 Adm……	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Adm	Administração
AHP	Processo Analítico Hierárquico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.
GAIA	*Geometrical Analysis for Interactive Assistance*
GD	Decisão em Grupo.
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
MCDA	Análises de Decisão Multicritério
PH	*Packing House*
PROMETHEE	*Preference Method for Enrichment Evaluation*
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
OWD	*Ordered Weighted Distance*
ROC	*Rank Order Centroid*
SCA	Abordagem de Escolha Estratégica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

1.2 JUSTIFICATIVA 14

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO 15

1.3.1 Objetivo geral 15

1.3.2 Objetivos específicos 15

1.4 METODOLOGIA 15

1.4.1 Tipo e Natureza da Pesquisa 16

1.4.2 Delimitação da Pesquisa 18

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 19

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA PRELIMINAR 20

2.1 APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO 20

2.2 DECISÃO EM GRUPO 21

2.2.1 Agregação de entrada ou de saída 23

2.3 ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO 25

2.3.1 Modelagem de preferência 26

2.4 MÉTODO PROMETHEE 27

2.4.1 PROMETHEE ROC 30

2.4.2 PROMETHEE GAIA 30

2.5 REVISÃO DE LITERATURA 31

2.5.1 Métodos multicritério na tomada de decisão em Mangicultura 34

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 35

3 TOMADA DE DECISÃO SOB VARIEDADE NA MANGICULTURA 36

3.1 CADEIA PRODUTIVA DA MANGA 36

3.2 AS VARIEDADES DA MANGA 39

3.3 ESTRUTURA DECISÓRIA 42

3.3.1 Análise do atual processo de decisão sobre a variedade a plantar e seus impactos na organização 43

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 43
4 MODELO DE DECISÃO EM GRUPO PARA AVALIAR VARIEDADES DE MANGA EM SITUAÇÃO ESTRATEGICA DE INVESTIMENTO 44
4.1 FASE 1. DEFINIÇÃO DOS ATORES, CRITÉRIOS E GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS. 46
4.1.1 Definição dos atores e analista 46
4.1.2 Identificação dos objetivos 46
4.1.3 Espaço de ações e problemática 47
4.1.4 Definição de critérios 48
4.1.5 Identificação das alternativas 50
4.1.6 Identificar fatores não controlados 50
4.2 FASE 2. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL PARA CADA DECISOR 50
4.2.1 Avaliação intracritério 50
4.2.2 Avaliação Intercritério 51
4.2.3 Avaliação das alternativas individuais 52
4.3 FASE 3. AGREGAÇÃO GLOBAL DO GRUPO 54
4.3.1 Agregação dos resultados 54
4.3.2 Análise de sensibilidade 56
4.3.3 Impactos gerenciais do modelo 59
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 60
5 CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS 62
5.1 CONCLUSÕES 62
5.2 IMPACTOS DA PESQUISA 63
5.3 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES 64
5.4 SUGESTÕES E TRABALHOS FUTUROS 64
REFERÊNCIAS 66

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro, com uma grande variedade de culturas, produzidas em todo o país e em diversos climas. Segundo Fávero (2008), dentre as culturas responsáveis pelo significativo volume de produção e exportação, é possível destacar a manga. Essa frutífera está presente em todas das regiões brasileiras, todavia, as regiões Nordeste e Sudeste apresentam o cultivo de forma representativa. As produções iniciais da fruta visavam somente ao mercado interno, através de variedades como: Espada, Rosinha, Itamaracá, etc. A partir de 1980, com o início das exportações da fruta, verificou-se que os padrões de mercado se direcionaram para a variedade Tommy Atkins e, após, para as variedades sem fibras (FÁVERO, 2008).

Após um descompasso entre a oferta e demanda, ocasionado por um período de retração de oferta, a rentabilidade advinda da mangicultura cresceu, sucedendo mudanças, principalmente com a introdução de novas variedades como Palmer, Kent e Keitt, no lugar de Tommy Atkins, Rosa ou Espada. Desta forma, com um cenário mais ativo, tem atraído diversos investidores, em que é possível estimar que apenas no Vale do São Francisco, em Pernambuco, a área com manga possa tendo significativo crescimento nos próximos anos (DE LIMA et al., 2018).

Segundo De Lima et al., (2018), o mercado interno absorve atualmente 75% a 80% da manga produzida no Vale do São Francisco, o restante é destinado para o mercado externo. Assim, é necessário desenvolver mais o mercado internacional. O atual desafio para o setor produtivo da manga passa a ser chegar em mercados mais distantes possíveis, com uma fruta de qualidade, para minimizar problemas com superprodução.

Sendo assim, este trabalho apresenta o estudo de uma empresa produtora e exportadora de manga, que busca se manter entre as primeiras empresas atuantes no mercado, tem como definição estratégica duplicar sua área produtiva em um intervalo de quatro anos. Para tanto, buscou-se delinear quais táticas acompanhar e implantar, dentre elas, definir quais variedades deverão ser plantadas nas novas fazendas, considerando o contexto de decisão em grupo, haja vista que a empresa possui um corpo técnico composto por dois engenheiros agrônomos, um diretor que é engenheiro eletricista e um gerente de *packing house* que é engenheiro de produção e gerente administrativo, engenheiro civil.

1.2 JUSTIFICATIVA

A crescente competitividade no comércio internacional de frutas vem provocando, de certa forma, uma segmentação entre os produtores. De um lado, algumas empresas agrícolas com tecnologias de ponta, acompanhando as novas tendências e, portanto, buscam estratégias que lhes garantam diferenciação e participações exponenciais. Na outra vertente, se encontra a grande maioria dos produtores, cuja gestão organizacional é baseada em rotinas obsoletas e sem inovações (RAMOS, 2013).

Ainda assim, com o constante desenvolvimento dos processos e iminente competição entre as organizações, novas alternativas tecnológicas têm sido estabelecidas com a finalidade de aprimorar os processos produtivos. Tal evolução ocasiona uma gama de dados que demandam tratamento para que, quando em estado de informação, proporcionem o envolvimento dos setores nas empresas e, partindo desse pressuposto, possam garantir um maior apoio à tomada de decisão (SLACK & LEWIS, 2009).

Isso, aliado as exigências de novos mercados e a globalização, vêm demandando da agricultura brasileira uma nova dimensão, levando ao surgimento de inovações tecnológicas nessa área, bem como moldando fatores competitivos existentes. Consequentemente, aqueles que não aprimorarem suas técnicas de produção e exportação de seus produtos podem perder espaço nas disputas mercadológicas.

Evidencia-se, portanto, a necessidade de metodologias que sirvam como aporte para a tomada de decisão para a expansão de novas áreas, que serão plantadas nos próximos anos. Araújo et al., (2019), citam a importância da análise multicritério para apoiar as decisões nesse ambiente organizacional no agronegócio. Porém essa decisão deve contemplar os anseios e necessidades de diferentes interessados, como por exemplo, menores custos iniciais para os investidores, mínima degradação ambiental, conservação das áreas de preservação, impactos sociais, manejo produtivo etc. Dessa forma, considerando os diferentes interesses dos *stakeholders*, a ocorrência de conflitos é iminente.

De uma forma geral, a escolha da alternativa mais adequada é realizada atualmente através de uma análise técnica e muito baseada no *feeling* e *know-how* dos agrônomos da equipe, que inclui informações sobre os investimentos inicial de realização do projeto, de manutenção, grau de impactos, potencial produtivo, manejo, dentre outras informações. Esse relatório técnico já aponta uma opção preferida, que normalmente é aceita pela diretoria e apresentada aos *stakeholders*, todavia, demanda longos debates com as principais partes envolvidas para que se analisem essas alternativas e incertezas.

No entanto, considerando os investimentos necessários para uma expansão da capacidade produtiva, é de suma importância que a decisão tomada transcenda a indicação técnica e, além disso, atenda aos outros interesses, tanto quanto possível.

Diante dessa problemática, faz-se necessário elaborar de um modelo de apoio a decisão em grupo pode ordenar as alternativas de forma a recomendar uma solução de melhor compromisso para todos os decisores e em relação a todos os critérios avaliados, a de que seja escolhida de uma forma global e com visão holística, a qual variedade plantar em novas fazendas.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo geral

Propor um modelo de decisão em grupo que forneça uma avaliação sobre qual variedade de manga plantar em novas fazendas.

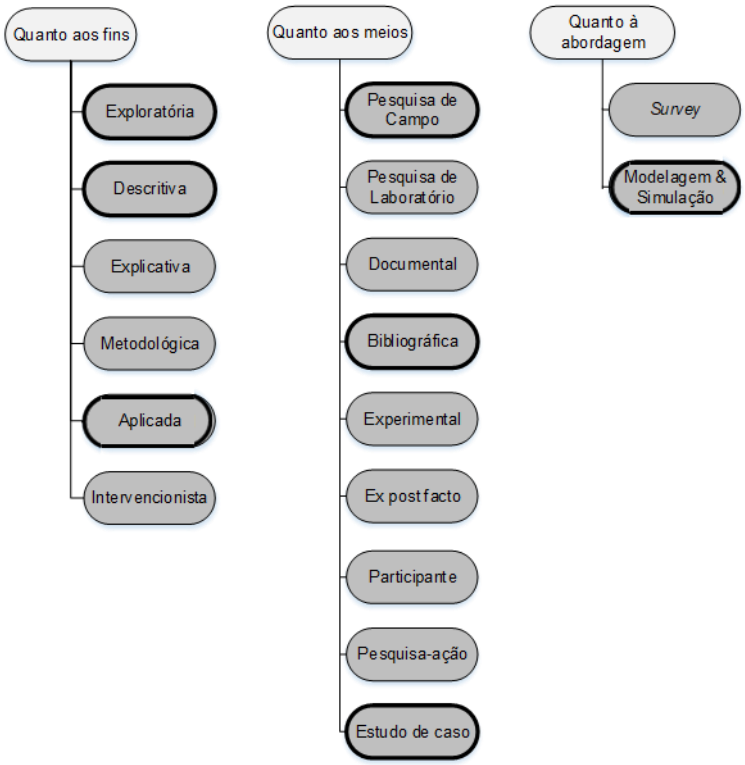
1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Verificar os meios envolvidos no processo decisório no contexto da empresa de agronegócio;
- ✓ Analisar qual a melhor forma de realizar a decisão em grupo, diante do cenário e dos decisores envolvidos;
- ✓ Verificar qual o método adequado para agregação das preferências para a situação identificada;
- ✓ Analisar a robustez do modelo realizando a análise de sensibilidade.

1.4 METODOLOGIA

Ao considerar o objetivo do presente trabalho, que é o de propor um modelo de decisão multicritério em grupo que considere a ordenação das alternativas e forneça uma solução mais balanceada para o problema de qual variedade de manga plantar em novas fazendas, será delineado aqui, a metodologia a ser aplicada no trabalho, considerando o tipo e natureza da pesquisa, métodos de abordagem e caracterização, conforme Figura 1.

Figura 1 - Classificação do tipo de pesquisa.



Fonte**:** Elaborada a partir de Vergara (2016) e Ganga (2012).

1.4.1 Tipo e Natureza da Pesquisa

Conforme ilustrado na Figura 1, Vergara (2016) propõe uma classificação do tipo de pesquisa quanto aos fins, aos meios e à abordagem, onde as informações em destaque são as classificações nas quais se enquadram o presente estudo.

Baseado nesta definição, o presente estudo é classificado quanto aos fins como sendo uma pesquisa exploratória, descritiva e aplicada, quanto aos meios como sendo de campo, pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Segundo Gil (2002, p. 41), uma pesquisa exploratória "tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses". Conforme Vergara (2016), uma pesquisa exploratória pode ser sintetizada em uma área na qual há pouco conhecimento sistematizado e acumulado; corroborando, Ganga (2012) afirma que este tipo de pesquisa propicia uma compreensão inicial de um problema pouco explorado, amplo e desconhecido, bem como, geralmente pesquisas qualitativas são classificadas com exploratórias, desta forma, por sua natureza de sondagem, não comporta proposições ou hipóteses que, por ventura, poderão surgir no decorrer da pesquisa.

Como objetivo principal, tenta promover compreensão do problema enfrentado, sendo sintetizada quando é preciso definir o problema em estudo com maior precisão, identificar planos de ação relevantes ou obter dados adicionais que antecederão o desenvolvimento de uma abordagem (CERVO; BERVIAN e SILVA, 2007).

Nesse contexto, o estudo exploratório é indicado em casos de limitações nos conhecimentos sobre determinado assunto, característica dessa pesquisa no que tange à utilização métodos de decisão em grupo aplicado em problemática na fruticultura, bem como o contexto de estruturação do problema, ponderando quais critério serão analisados, quais serão os decisores e as funções de preferências de cada ator. Abordagens de pesquisa descritivas estão muito relacionadas com pesquisas qualitativas, uma vez que procura descrever ou quantificar o estado do fenômeno ou características de uma população, num determinado instante (GANGA, 2012).

Para tanto, Vergara (2016) afirma que para alcançar estes objetivos deve-se observar, analisar e correlacionar tais variáveis sem manipulá-las, em busca da sua natureza e características. Como esta pesquisa pretende propor um modelo de decisão em grupo, tem-se, portanto, uma pesquisa descritiva, assim como por abranger um estudo elaborado com a finalidade de resolver problemas no âmbito empresarial, é classificada como pesquisa aplicada.

De acordo com Vergara (2016), pode-se classificar como uma pesquisa de campo, visto que haverá contato direto com a empresa estudada, assim como com as pessoas envolvidas no processo decisório, para que seja possível coletar as informações necessárias para a realização dos dados.

A partir do desenvolvimento do estudo sistematizado da literatura, material publicado em livros, revistas e redes eletrônicas que fornecem instrumental analítico para qualquer tipo de pesquisa, o que permite planificar o trabalho e representa uma fonte indispensável de informações, orientando o estudo e fomentando a tomada de decisão no decorrer dos resultados, caracterizando-se também, como pesquisa bibliográfica (VERGARA, 2016).

Esta pesquisa visa realizar um estudo de caso em uma empresa produtora e exportadora de manga, localizada em Belém do São Francisco-PE. Conforme Ganga (2012) e Yin (2001), o estudo de caso é investigação empírica, baseada em evidências quantitativas e qualitativas que objetivam analisar um acontecimento contemporâneo relacionado a uma situação real. Vergara (2016) atesta que esse tipo de pesquisa é definida como “um circunscrito a uma ou poucas unidades, entendidas essas como pessoas, famílias, órgãos públicos, comunidade ou mesmo país”.

O presente estudo, por quantificar e confirmar as relações entre critérios e alternativas, caracteriza-se também de pesquisa quantitativa. Para Ganga (2012), os instrumentos de coleta de dados normalmente utilizados em pesquisas quantitativas são os questionários (nas *surveys* ou pesquisa de avaliação), uma vez que buscar-se-á obter informações sobre uma determinada população, respondendo a questionamentos do tipo "o que?", "por quê?", "quanto?" e "como?".

Ainda segundo o autor, o investigador numa pesquisa qualitativa tem a atribuição de observar e coletar evidências que viabilizem a interpretação do ambiente em ocorrência da problemática, bem como obter informações segundo a visão dos indivíduos em estudo. Desta forma, uma boa pesquisa na área de engenharia de produção, deve tracejar fundamentalmente por métodos e abordagens tanto quantitativos quanto qualitativos (VERGARA, 2016; GANGA, 2012), portanto, esta abordagem será seguida no presente estudo.

Ganga (2012) caracteriza pesquisas de modelagem como as que visam quantificar os relacionamentos de causa e efeito entre uma variável resposta e variáveis que influenciam no comportamento do modelo. Neste tipo de pesquisa, modelos são desenvolvidos com o propósito de explorar ou prever o comportamento da variável resposta, em função da combinação dos valores assumidos pelas variáveis dependentes, cujo cenário foi desenvolvido por esta pesquisa, ao propor um modelo de decisão em grupo para escolha de qual variedade de manga plantar.

1.4.2 Delimitação da Pesquisa

O presente estudo foi realizado em uma empresa produtora e exportadora de manga a qual, entre o universo do cultivo de manga, lidera o volume de produção no Brasil. Sua operação consiste em atender mercado interno, porém, com foco diretamente ligado com a exportação de mangas *premium*, com principais mercados sendo Europa e Ásia. A instituição conta com sete fazendas próprias e um complemento de produção proveniente de fazendas parceiras. A exportação é realizada via modal marítimo e aéreo, dependendo das especificações dos clientes, e, para isso, há um sistema de rastreabilidade que vai desde a plantação (nas fazendas próprias e parceiras), até a chegada do fruto ao seu destino. É valido ressaltar também, que todo o processo de beneficiamento é realizado no *packing house* único, na sede na empresa, ou seja, independentemente de onde venha o fruto, ele será transportado para a sede em Belém do São Francisco-PE. A empresa tem significativa representatividade no mercado mundial de mangas, portanto, preza pela qualidade do fruto desde a plantação, durante a colheita e beneficiamento, até a exportação, bem como as alianças com seus produtores, enquanto parceiros. Assim, se faz necessária a utilização de ferramentas robustas que fundamentem e apoiem uma tomada de

decisão assertiva, para direcionar o planejamento estratégico e manutenção da liderança de mercado.

Dentro dos objetivos deste trabalho as principais limitações se referem a amplitude da pesquisa, ao se levar em consideração o volume de recursos e informações que são inerentes da agricultura, em que alguns critérios não puderam ser mensurados e analisados. Bem como o modelo se limitou nas variedades de manga que a empresa do estudo de caso já possui produção, não entrando no modelo inéditos cultivares.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho foi desenvolvido dentro de cincos capítulos cada um com objetivos e peculiaridades as quais serão apresentadas de forma resumidamente neste subcapitulo.

Capítulo 1. Apresenta a importância do problema, bem como contextualiza a problemática, definindo os objetivos que devem ser respondidos ao longo do trabalho, além de demonstrar a metodologia do trabalho.

Capítulo 2. Apresenta os conhecimentos teóricos necessários sobre o tema estudado, assim como a literatura vislumbra o tema e métodos utilizados no modelo proposto.

Capítulo 3. Apresenta uma contextualização sobre o macroambiente da fruticultura e os desafios da tomada de decisão que serão base para o modelo, para que se alcance sucesso na resolução do problema de decisão.

Capítulo 4. Apresenta a proposição do modelo de decisão em grupo com a identificação dos decisores e seus objetivos, das alternativas para avaliação conforme preferência dos decisores e identificação dos fatores direta e indiretamente relacionados com o problema. Após o levantamento dos dados e de todos os elementos necessários para a resolução do problema, dar-se seguimento à discussão dos resultados e análise das implicações gerenciais para implantação da recomendação do modelo.

Capítulo 5. Apresenta as conclusões sobre o trabalho, principais conhecimentos gerados e elementos que devem ser mais profundamente explorados, contribuições acadêmicas e profissionais, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA PRELIMINAR

Este capítulo tratará de conceitos gerais relacionados a apoio a decisão e especialmente, Decisão em Grupo, destacando a sua relação no processo de tomada de decisão de forma a integrar a diversidade de pontos de vista e juízo de valores dos diferentes agentes tomadores de decisão. Além de uma breve revisão de literatura de trabalhos relacionados usando apoio a decisão em grupo.

2.1 APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO

Segundo Almeida et al., (2011), uma organização de negócios vai além do mero processamento de dados e informações, pois também tem a capacidade de criar conhecimentos quando necessário. Tendo em vista que o conhecimento é criado por indivíduos, a organização pode apoiar e estimular, proporcionando a infraestrutura necessária, contextos e desafios.

Nesse ensejo, a conversão entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito, dentro de uma estrutura organizacional, sugere a ascensão de uma dinâmica de criação e gestão do conhecimento, constituindo um ciclo cuja interação em grupos ocorre perpetuamente.

Para Chen et al., (2009), as empresas que possuem práticas de medição bem desenvolvidas, contam com o auxílio de Sistemas de Informação, fazendo com que todas as áreas tenham uma interação trazendo informação mais detalhada, ou seja, essas práticas proporcionam uma avaliação mais ampla e uma tomada de decisão mais segura, consequentemente, ajudando a alcançar seus objetivos estratégicos.

Até a década de 50, utilizava-se, em sua grande maioria, abordagens matemáticas para tomada de decisões em condições em que a incerteza estava presente. A experiência adquirida nessa época com a utilização de Pesquisa Operacional aplicada aos problemas logístico-militares, deu significativo destaque a um tipo de abordagem, em que apenas era observado as necessidades imediatas como otimização de custos, despesas e lucros. Desta forma, foram desenvolvidos métodos estritamente matemáticos para se encontrar a solução ótima de um problema (DE ALMEIDA, 2013).

A partir da década de 70 os métodos multicritério voltados para problemas discretos de decisão começaram a surgir. Tais métodos utilizam uma abordagem individualizada para esse grupo de problemas, passando a atuar como apoio a decisão não só visando a representação multidimensional dos problemas, mas incorporando também diversas características bem definidas quanto a sua metodologia (DE ALMEIDA, 2013), como:

• O estudo do processo de decisão ao qual a metodologia é desenvolvida, em busca da identificação de informações e/ou regiões críticas;

• Clareza do problema e suas dimensões;

• Possibilidade de diferentes abordagens válidas para o problema;

• O uso de representações explícitas de uma estrutura de preferências, em vez de representações numéricas definidas artificialmente.

Isto posto, o apoio multicritério a decisão propicia ao decisor algumas ferramentas que o asseguram a resolver problemas considerando diferentes pontos de vista, muitas vezes contraditórios (VINCKE, 1992). De acordo com Roy (1996), é possível definir como a atividade de um analista que, baseado em modelos formalizados, visa respostas para questões evidenciadas pelos decisores ao longo do processo, levando, constantemente, a recomendações de ação ou apenas a um auxílio de uma evolução do processo mais condizente com os objetivos e sistemas de valores dos decisores.

Cabe ressaltar que os métodos de decisão multicritério não buscam definir uma solução que seja uma verdade absoluta representada pela ação selecionada, e sim apoiar o processo decisório. Sendo assim, tão importante quanto a qualidade da informação disponível é a forma de tratamento analítico aplicada (GOMES et. al, 2014).

Roy (2005) afirma que esse apoio à decisão visa estabelecer, em bases científicas reconhecidas, com referência a hipóteses de trabalho, formulações de proposições, elementos de respostas as problemáticas colocadas por uma das partes envolvidas no processo decisório. E então, após serem submetidos a análise de um tomador de decisão e / ou os diversos atores envolvidos no processo decisório, geralmente, esclarecem a decisão, recomendam, ou favorecem a coerência entre o objetivo no sistema de valores.

Roy (2005) complementa ainda que, em casos que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, além desta escolha ser conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos critérios, na sua maioria conflitantes entre si, é possível dizer que esse é um problema de decisão multicritério. O confronto entre as ações potenciais deve ser feito de forma holística, respeitando todos os critérios. Várias técnicas de agregação têm sido propostas e utilizadas a fim de superar esse tipo de dificuldade (DE ALMEIDA, 2013).

2.2 DECISÃO EM GRUPO

Os processos de negociação e decisão em grupo são atividades humanas muito complexas. A negociação é um processo de tomada de decisão conjunta. É a comunicação direta

ou tácita, entre indivíduos que estão tentando estabelecer um acordo para benefício mútuo (YOUNG, 1991).

Tais problemáticas podem variar do mais simples e cotidiano, como a escolha de um filme entre um grupo de pessoas, até conflitos mais complexos, como o planejamento do investimento de novos projetos. Cada decisor, frequentemente, tem seus próprios objetivos específicos. Esses objetivos podem ser bastante conflitantes e uma decisão consensual pode ser difícil (MACHARIS et al., 1998).

Dessarte, uma decisão em grupo é compreendida como uma redução de diferentes preferências individuais em uma única estrutura de preferência coletiva cuja finalidade é a prescrição de um ranking único do grupo, com as preferências individuais uma vez que tenham sido estabelecidas (LEYVA-LÓPEZ & FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 2003).

Todavia, em problemas de decisão multicritério, é pouco provável que todos os decisores tenham similar estrutura de preferência, de maneira que haja convergência para um acordo unânime. Desta forma, se trata de um processo que deve ser conduzido com a participação de um facilitador/analista responsável por conduzir o processo de decisão em grupo, além de utilizar adequadamente as ferramentas que agregarão as opiniões dos decisores, chegando a uma recomendação final por consenso.

Isto posto, geralmente, as abordagens para se chegar a um consenso podem ser divididas em dois grandes grupos (BEM-ARIEH; EASTON, 2007); o que se baseia em uso de modelagens matemáticas de agregação e o que fundamenta a alteração das opiniões do grupo até a convergência de opiniões em um acordo. Os modelos característicos de decisão são:

• Sistemas de votação (BRAMS; TAYLOR, 1996);

• Modelos de decisão multicritério (KEENEY, RAIFFA, 1976; VINCKE, 1992; ROY, 1996);

• Modelos de escolha social (KNIGTH; JOHNSON, 1994).

No tocante ao processo decisório em grupo utilizando o apoio multicritério a decisão (AMD), Salo e Hamalainen (2010) apresentam algumas etapas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas do processo decisório utilizando AMD.

Etapa	Descrição
Conhecimento do contexto de decisão e identificação dos membros do grupo.	Fase inicial em que dentro do escopo do processo decisório, é preciso conhecer o contexto da decisão, identificação dos membros do grupo, envolvimento e papel de cada um.
Identificação dos objetivos de decisão.	Baseando-se nos valores considerados importantes pelos membros do grupo, os objetivos são elaborados e transpostos em critérios de avaliação, associados a escalas de mensuração para suas avaliações.

Geração das alternativas.	Elaboração de um conjunto de alternativas suficientemente representativo e gerenciável. Alguns métodos são apresentados na literatura para fomentar a criação das alternativas, a exemplo do VFT (KEENEY, 1992).
Elicitação de preferências.	O grupo desenvolve um processo de elicitação em relação aos parâmetros dos critérios, em que suas declarações de preferências são solicitadas, podendo cada membro ter uma resposta diferente, de acordo com suas preferências.
Avaliação das alternativas.	São avaliadas todas as alternativas em relação aos critérios de decisão, usando escalas de medidas.
Síntese e comunicação das recomendações de decisão.	Os métodos de AMD são utilizados a fim de fornecer uma recomendação de decisão pela combinação das preferências dos membros do grupo, com as avaliações das alternativas em cada critério. É realizada uma análise das recomendações resultantes, podendo ser apropriado repetir algumas das fases anteriores.

Fonte: Elaborado a partir de Salo e Hamalainen (2010).

2.2.1 Agregação de entrada ou de saída

Existem dois tipos de agregação de preferências: as que são feitas no início do processo (entrada) e as que são feitas no final do processo (saída) (DIAS; CLIMACO, 2000).

Em relação as abordagens que são comumente utilizadas com métodos multicritério para agregação das preferências de um grupo de decisores, Leyva-López e Fernández-González (2003), descrevem:

• Primeira abordagem (agregação em nível de entrada dos dados): deve haver um acordo entre os decisores relacionado às alternativas, critérios, performances, pesos e demais parâmetros para se chegar a uma solução. Assim, o grupo foca o debate em que ações e critérios deverão ser considerados, que pesos e outros parâmetros são apropriados. Ao finalizar, todas as informações são reunidas, deve-se utilizar técnicas propícias para obtenção dos valores dos parâmetros do modelo que deve representar a opinião coletiva. A partir dessa informação, um modelo de decisão multicritério é capaz de fornecer a solução para o grupo.

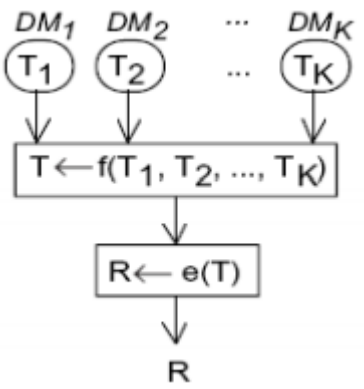
• Segunda abordagem (agregação em nível de saída dos dados): haja vista que os decisores podem mudar suas opiniões e informações relevantes, se faz necessário um consenso do grupo somente para definição do conjunto potencial de ações. Cada membro deve definir seu próprio critério, as suas avaliações pertinentes e os parâmetros dos modelos (pesos, limiares etc.) e, então, um método multicritério é usado para obter a ordenação individual. Posteriormente, cada decisor é considerado um critério distinto, e a informação contida na sua ordenação individual é agregada em uma ordem coletiva final, utilizando a mesma ou outra metodologia multicritério de apoio a decisão.

Considerando um grupo de N decisores, em que cada um possua um conjunto T_n de valores aceitáveis para os n $(n= 1, ..., N)$ parâmetros estudados. Quando ocorre agregação de nível de entrada Figura 2 (a). significa que existe um operador $f(.)$ que agrega os T_n valores

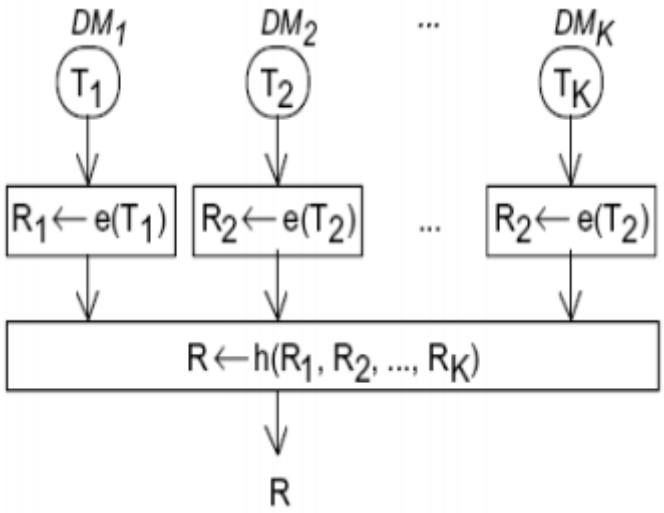
individuais em um único conjunto *T* de valores aceitáveis pelo grupo de decisores. Em seguida outro operador *g(.)* é utilizado para apresentar todos os resultados possíveis considerando um método compatível com *T.*, ou seja, se agrega todos os possíveis parâmetros e procura-se empregar um método multicritério para encontrar a recomendação da solução. Neste caso, o método considerado entende o problema como se ele fosse de um único decisor.

Já na agregação de saída Figura 2 (b). cada decisor tem suas preferencias avaliada separadamente e se utiliza um operador específico *g(.)* e depois um outro operador *h(.)* é empregado para agregar os resultados obtidos pelo emprego do operador *g(.)* (DIAS; CLIMACO, 2000). A melhor escolha da estratégia dependerá do problema a ser estudado.

Figura 2 - Agregação de preferências individuais



a) Perspectivas individuais agregadas a nível de entrada.



b) Perspectivas individuais agregadas a nível de saída.

Fonte: Dias & Climaco, 2005.

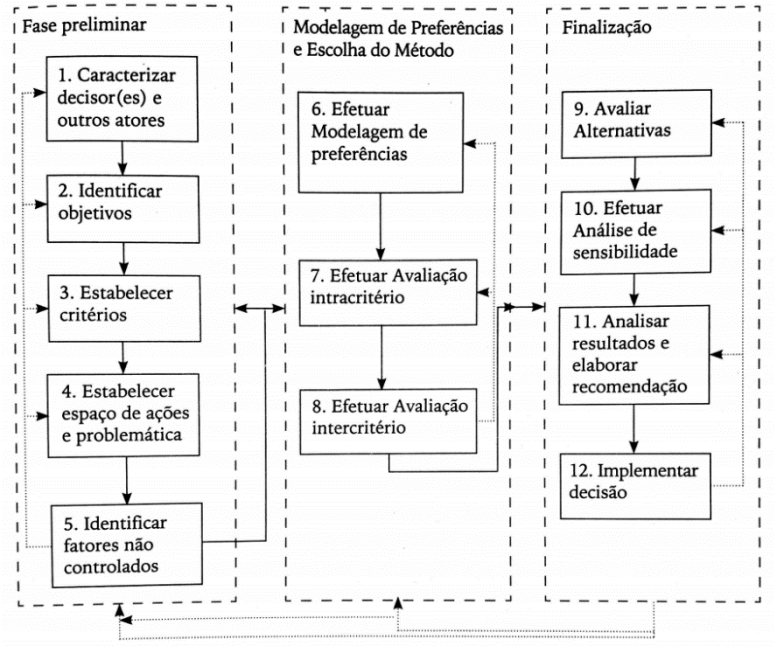
Considerando uma problemática de ordenação, a agregação de saída, por exemplo, ocorre quando se estabelece as funções utilidades individuais e se constrói ordenações individuais para depois se procurar alguma forma de agregar essas ordens numa única ordem global. Por outro lado, Munda (2008) afirma que em problemas sociais esse tipo de estratégia promove mais conflitos que os gerados pela agregação de entrada, pois a transparência do modelo fica comprometida. Neste caso, os decisores reúnem-se para estabelecer um conjunto comum de alternativas, critérios e de *tradeoffs* entre critérios (ou os pesos dependendo do tipo de modelo adotado).

Assim, é necessário que um acordo entre os decisores seja previamente estabelecido acerca de qual forma os decisores estão dispostos a interagir para que se possa empregar adequadamente um modelo multicritério.

2.3 ETAPAS PARA DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO

A metodologia multicritério é uma ferramenta de importância significativa para as organizações. De acordo com de Almeida (2013) a elaboração de um modelo de decisão multicritério deve observar certos passos que são cruciais para entender a problemática, o decisor, as alternativas e os critérios, conforme ilustrado na Figura 3. Tais etapas foram utilizadas por Araújo e Morais (2019), para a problemática de ordenação de cultivar de mangas.

Figura 3- Etapas do desenvolvimento de um Modelo Multicritério



Fonte**:** De Almeida (2013)

A fase preliminar contempla o conhecimento de elementos básicos para a formulação do problema de decisão, sendo responsável por identificar as principais motivações do problema e as características da organização e do decisor.

Na segunda fase são estruturados os fatores que provavelmente têm mais influência sobre a escolha do método de decisão. Nessa fase, a modelagem de preferências é desenvolvida, demandando das etapas um sequenciamento mais flexível do que nos outros casos. Ao final da segunda fase o método de decisão é escolhido e o modelo construído, estando pronto para ser utilizado (DE ALMEIDA, 2013).

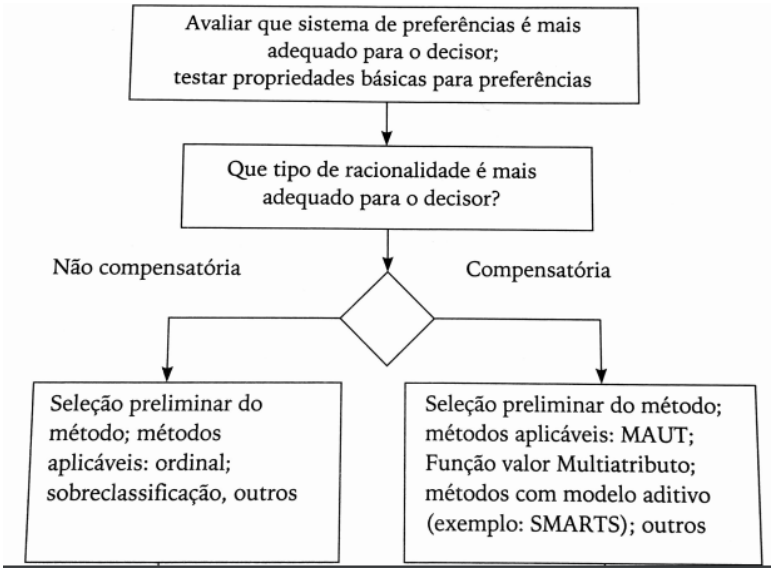
Com o modelo já consolidado, tendo-se chegado à terceira fase, Finalização, serão desenvolvidas as etapas para a recomendação ao decisor e implementação da ação recomendada (DE ALMEIDA, 2013).

Todavia, considera-se que nessa e em qualquer etapa do modelo, ainda se pode retornar às fases anteriores e efetuar modificações ou revisões no modelo de decisão. Tal tratativa pode ocorrer por várias razões, em razão de refino e aderência do modelo, mas em especial devido à etapa de análise de sensibilidade, quando se mostra muito sensível em relação a algum fator em particular.

2.3.1 Modelagem de preferência

De acordo com de Almeida (2013) "na modelagem de preferência deve-se avaliar que estrutura de preferências seria mais adequada para representar as preferências do decisor". Nesta etapa deve-se, ainda, identificar o tipo de racionalidade mais adequada para o decisor no problema em questão, identificando o uso de abordagens compensatórias e não compensatórias, conforme pode-se observar na Figura 4.

Figura 4 - Processo de modelagem de preferência para definição do tipo de racionalidade.



Fonte: de Almeida (2013).

Neste trabalho, é possível observar que a racionalidade do problema é não compensatória, haja vista que a estrutura de preferência dos decisores atendem essa lógica, pois, o desempenho de um critério não é compensado pelo desempenho dos demais, pretende-se obter uma solução que seja mais balanceada entre os critérios.

A seguir, será apresentado os conceitos fundamentais do Método PROMETHEE que foi o escolhido para a utilização no modelo proposto. A justificativa para a escolha do método está discutida no capítulo 4.

2.4 MÉTODO PROMETHEE

A família de métodos *PROMETHEE* (*Preference Method for Enrichment Evaluation*) proposto por Brans & Vincke, (1985) procura estabelecer uma relação de sobreclassificação de valores das alternativas em relação às demais. A grande aplicabilidade do método deve-se a sua característica de ser um método simples quando comparado a outros métodos de análise multicritério, buscando envolver conceitos e parâmetros os quais têm alguma interpretação física ou econômica facilmente entendida pelo decisor (VINCKE, 1992).

Araújo, Causil e Morais (2019) mostram tal aplicabilidade do PROMETHEE para as decisões estratégicas. Comprovam que o método possui um significativo alinhamento para apoiar decisões em problemas no agronegócio, sendo uma promissora ferramenta a ser desenvolvida na fruticultura.

De acordo com Almeida (2013) os métodos PROMETHEE se classificam em:

- PROMETHEE I – Pré-ordem parcial, problemática de ordenação.
- PROMETHEE II – Estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas, podendo ser utilizado também na problemática de ordenação.
- PROMETHEE III – Ampliação da noção de indiferença, tratamento probabilístico dos fluxos (preferência intervalar).
- PROMETHEE IV – Pré-ordem completa ou parcial. Problemática de ordenação. Destinado as situações em que o conjunto de soluções viáveis é contínuo.
- PROMETHEE V – Nesta implementação, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema, para as alternativas selecionadas; incorpora-se uma filosofia de otimização inteira.
- PROMETHEE VI – Pré-ordem completa ou parcial. Problemática de ordenação e ordenamento. Destinado as situações em que o decisor não consegue estabelecer um valor fixo de peso para cada critério.
- PROMETHEE – GAIA – Extensão dos resultados do PROMETHEE, através de um procedimento visual e interativo.

No *PROMETHEE*, a preferência do decisor em favor de uma alternativa a em detrimento de outra opção b aumenta com uma maior diferença $fj(a)–fj(b)$ entre o desempenho

determinístico das alternativas para cada critério *j*; sendo *fj(a) e gj(b)*, respectivamente, os valores do desempenho das alternativas *a* e *b* no critério *j*. Brans & Vincke (1985) apresentaram seis formas diferentes para determinar tal preferência, que assume valores entre 0 e 1, a partir da definição e escolha de funções preferência *Pj*, conforme ilustrado na

Figura **5**.

Para cada par de alternativas, determina-se o grau de sobreclassificação de a sobre b, conforme Equação (2.3):

$$\pi(a,b) = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{n} w_j P_j(a,b) \tag{2.3}$$

Onde:

$$W = \sum_{j=1}^{n} w_j \tag{2.4}$$

Figura 5 - Funções de preferência.

Tipo I: Usual	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$P_j(a,b) = 1$ $P_j(a,b) = 0$
Tipo II: Formato U	$g_j(a) - g_j(b) > q$ $g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$P_j(a,b) = 1$ $P_j(a,b) = 0$
Tipo III: Formato V	$g_j(a) - g_j(b) > p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq p$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$P_j(a,b) = 1$ $P_j(a,b) = [g_j(a) - g_j(b)]/p$ $P_j(a,b) = 0$
Tipo IV: Níveis	$\lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert > p$ $q < \lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert \leq p$ $\lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert \leq q$	$P_j(a,b) = 1$ $P_j(a,b) = 1/2$ $P_j(a,b) = 0$
Tipo V: Linear	$\lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert > p$ $q < \lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert \leq p$ $\lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert \leq q$	$P_j(a,b) = 1$ $P_j(a,b) = [\lvert g_j(a) - g_j(b)\rvert - q]/(p-q)$ $P_j(a,b) = 0$
Tipo VI: Gaussiana	$g_j(a) - g_j(b) > 0$ $g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	*A preferência aumenta de acordo com uma distribuição normal*

Fonte: Almeida e Costa (2002).

Em seguida, podem ser obtidos os fluxos de entrada *(Φ^+)* e de saída *(Φ^-)*, assim como o fluxo líquido Φ a partir da Equação (2.5), para cada uma das alternativas analisadas:

$$\emptyset^+(a) = \sum_{b \in A} \frac{\pi(a,b)}{n-1} \tag{2.5}$$

Quanto maior *$\Phi^+(a)$*, melhor a alternativa.

Expressa como ou quanto a alternativa *a* sobreclassifica as demais alternativas, i.e, a intensidade de preferência de *a* sobre todas as alternativas;

$$\emptyset^{-}(a) = \sum_{b \in A} \frac{\pi(b,a)}{n-1} \quad (2.6)$$

Quanto menor *Φ-(a),* melhor a alternativa.

Expressa como ou quanto a alternativa *a* é sobreclassificada pelas demais alternativas, i.e, a intensidade de preferência de todas as alternativas sobre a alternativa *a*;

O método *PROMETHEE I* usa os fluxos de entrada e de saída em seu procedimento e, como resultado do método, uma pré-ordem parcial é obtida a partir das três relações de preferência citadas a seguir:

Preferência – *a* P^I *b*, se:

$$\emptyset^{+}(a) > \emptyset^{+}(b) e\ \emptyset^{-}(a) < \emptyset^{-}(b), ou$$

$$\emptyset^{+}(a) = \emptyset^{+}(b) e\ \emptyset^{-}(a) < \emptyset^{-}(b), ou$$

$$\emptyset^{+}(a) > \emptyset^{+}(b) e\ \emptyset^{-}(a) = \emptyset^{-}(b), ou$$

Indiferença – *a* I^I *b*, se:

$$\emptyset^{+}(a) = \emptyset^{+}(b)\ e\ \emptyset^{-}(a) = \emptyset^{-}(b)$$

Incomparabilidade – *a* R^I *b*, se:

$$\emptyset^{+}(a) > \emptyset^{+}(b)\ e\ \emptyset^{-}(a) > \emptyset^{-}(b), ou$$

$$\emptyset^{+}(a) < \emptyset^{+}(b)\ e\ \emptyset^{-}(a) < \emptyset^{-}(b)$$

Já o método *PROMETHEE II* não considera a existência de incomparabilidades entre alternativas e seu procedimento apoia o decisor no estabelecimento de uma ordem completa entre as alternativas consideradas, utilizando o conceito de fluxo líquido para estabelecer as seguintes relações de preferência, mediante Equação (2.7):

$$\emptyset(a) = \emptyset^{+}(a) - \emptyset^{-}(a) \quad (2.7)$$

Expressa o balanço entre os fluxos de sobreclassificação de entrada e de saída, em que quanto maior *Φ(a),* melhor a alternativa.

Preferência – *a* P^{II} *b*, se:

$$\emptyset(a) > \emptyset(b)$$

Indiferença – *a* I^{II} *b*, se:

$$\emptyset(a) = \emptyset(b)$$

Observa-se que no *PROMETHEE I* produz uma pré-ordem parcial onde podem ocorrer incomparabilidades, enquanto no *PROMETHEE II* tem-se uma pré-ordem completa. Particularmente, este trabalho irá abordar o método *PROMETHEE II* por dar um resultado mais confortável para os decisores.

2.4.1 PROMETHEE ROC

A estrutura matemática do PROMETHEE-ROC (MORAIS et al., 2015) consiste no desenvolvimento entre as relações de sobreclassificação utilizadas pelo método PROMETHEE II para obter a ordenação das alternativas pelo valor de desempenho, e a metodologia de pesos substitutos conhecida por ROC (*Rank Order Centroid*) (BARRON, 1992). O PROMETHEE II é formulado pela racionalidade não compensatória para definir a ordem que representa a propriedade das alternativas, a partir da consideração do desempenho de cada uma, e assume uma informação ordinal sobre os critérios avaliados, representando, assim, as preferências do decisor. A conformidade dos pesos do ROC ao método multicritério foi comprovada por Morais et al., (2015).

A aplicação de técnicas que caracterizem o valor dos critérios em conflitos de decisão é um recurso que minimiza o empenho do decisor no processo de elicitação, além de permitir que valores precisos sejam estipulados para os pesos. A essência do PROMETHEE-ROC objetiva que as informações ordinais sobre o conjunto de critérios pode ser tratada de maneira coerente para a utilização do método multicritério, capaz aplicar a racionalidade não compensatória, bem como análises de sobreclassificação, a fim de ordenar as alternativas disponíveis ponderando as informações parciais mediante a importância dos critérios para o problema de decisão.

Sob essa ótica, o ROC é uma elicitação direta do peso, sendo uma técnica que consiste em ordenar os objetivos ou critérios do problema de decisão, do mais importante ao menos importante, identificando os pontos extremos no espaço de critérios adotados, e determina os pesos com base no centróide desse espaço (BARRON, 1992), utilizando a Equação (2.8), para atribuir peso aos critérios:

$$W_k = \frac{1}{K}\sum_{i=k}^{k}\frac{1}{i} \tag{2.8}$$

Sendo *K* o número de critérios e *W* o peso para o critério em sua posição no ranking.

2.4.2 PROMETHEE GAIA

O plano GAIA- *Geometrical Analysis for Interactive Assistance*-, conforme apresentado por Mareschal e Brans (1988), consiste de um módulo de interação visual complementar ao *PROMETHEE,* fornecendo uma informação gráfica clara sobre o caráter conflitante do critério, além do impacto dos pesos na decisão final, enriquecendo a visão do decisor sobre o problema.

Para Brans e Mareschal (2005), a análise do plano *GAIA* auxilia a entender a estrutura geral do problema, podendo seguir da seguinte forma:

• Os critérios que são representados por vetores mais longos representam critérios com maior variância, assim, são os que influenciam mais na ordenação das alternativas;

• Critérios que expressam conflitos de preferência são ilustrados por vetores que tem direções opostas;

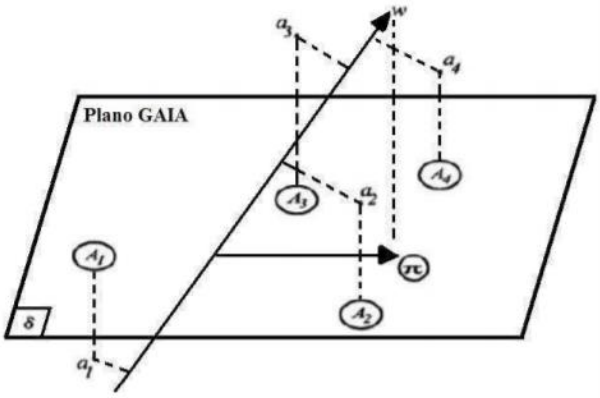
• Critérios que possuem preferências similares são representados por vetores com direções aproximadamente na mesma direção;

• Critérios não relacionados aos demais são representados por vetores com direções ortogonais;

• Alternativas similares são apresentadas por pontos localizados uns dos outros.

A Figura 6 ilustra o impacto dos pesos e o fluxo de sobreclassificação da alternativa *ai*, no qual reflete o produto escalar entre o vetor de um critério singular e o vetor do seu peso. Assim sendo, é possível afirmar que *ai* corresponde a projeção do vetor de um critério *w*, ou seja, o vetor *w* ilustra a ordenação das alternativas obtida pelo *PROMETHEE II* mediante posição relativa das alternativas. Tal vetor pode ser considerado como o eixo de decisão π. Partindo destas definições, pode-se concluir que o ranking das alternativas apresentadas é *a4 > a3 >a2 >a1*.

Figura 6 - Projeção dos pesos no plano *GAIA*



Fonte: Brans e Mareschal (2005).

2.5 REVISÃO DE LITERATURA

A tomada de decisão é uma das atividades mais importantes que os gestores lidam no cotidiano, em qualquer tipo de organização. No cenário de negócios, é comum e obrigatório que os executivos se deparem com decisões simples ou complexas, com um impacto alto ou baixo.

Desde o final dos anos 70, várias abordagens sobre como os grupos chegam a um acordo através da alteração das preferências dos especialistas quando o atual nível de consenso não é suficiente (PÉREZ et al., 2014; CABRERIZO et al., 2017; DEL MORAL et al., 2018).

Dumler e Skinner (2007) conceituam a tomada de decisão como sendo uma escolha entre alternativas concorrentes, levando a uma implementação da alternativa escolhida. Em outras palavras, entende-se que a tomada de decisão é um processo cognitivo que racionalmente leva à seleção de um curso de ação entre várias alternativas disponíveis para alcançar um resultado desejado.

Ainda, segundo os autores, dentre as áreas da empresa, decisões que envolvem investimento são significativas do ponto de vista dos impactos que pode trazer para a organização. Tal fato se dá devido as ações de investimentos desempenharem um papel crucial para os negócios de todas as empresas. A decisão de investimento está intrinsecamente associada ao risco e a incerteza derivada de tendências atuais e futuras que são presentes no ambiente socioeconômico.

Silva et al., (2010) apresentam uma ferramenta para apoiar o comitê responsável pela gestão das bacias hidrográficas no Brasil, a fim de promover uma descentralização e a participação de todos os envolvidos na gestão de recursos hídricos. A partir do uso do *PROMETHEE II*, forneceram um ranking de alternativas para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica, em que cada decisor teve suas alternativas classificadas, após, foram combinadas em uma classificação global que continha as preferências de todo o grupo.

Xavier et al., (2012), exploram o potencial do Análises de Decisão Multicritério -MCDA- na análise de sistemas de cultivo de milho-grão em sequeiro. A partir da aplicação foi possível organizar um robusto conjunto de critérios quali-quantitativos para analisar sistemas de cultivo e demonstrou que a avaliação dos agricultores é de escopo mais amplo que a baseada na produtividade, em que, normalmente é o principal critério considerado na avaliação de tecnologias.

Em geral, é notório que os investidores são avessos ao risco e na maioria dos casos escolherão o investimento que lhes dará perdas mínimas. Por esta e outras razões, Ebenezer et al., (2016), apontam que, ultimamente, numerosos estudos foram realizados para construção de modelos e métodos para auxiliar gestores na tomada de melhores decisões sobre o complexo e altamente incerto ambiente de negócios.

Wu e Kou (2016), apresentam em sua pesquisa um modelo de consenso para a tomada de decisão em grupo, baseado no método de hierarquia analítica -*AHP*-. A aplicação foi pensada

para reunir ideias de grupos e analisar o ambiente de investimento imobiliário sob a perspectiva de um problema multicritério. Para os autores, o modelo desenvolvido é útil, do ponto de vista prático, pois pode ser visto como uma ferramenta de análise viável para os investidores imobiliários obterem melhores lucros, considerando um nível menor de risco na decisão. A contribuição do modelo proposto é observada quando, para um processo de tomada de decisão com várias rodadas de discussões, pode-se introduzir o método multicritério -AHP- dinâmico de tomada de decisão, que considere a interação do grupo, assim como o ajuste contínuo de preferências de cada membro do grupo. Todavia, a aplicabilidade do método demanda uma grande quantidade de julgamentos, fazendo com que os participantes do processo decisório percam o interesse na atividade ao longo do tempo, devido ao cansaço físico e mental. Bem como o alto número de julgamentos aumenta a possibilidade de construir matrizes inconsistentes.

Silva Filho e Morais (2018), apresentaram um modelo de tomada de decisão em grupo usando uma agregação de distância baseada em *Ordered Weighted Distance* (*OWD*), que oferece uma solução a reduzir as divergências entre os tomadores de decisão, avaliando efeitos compensatórios que influenciam os decisores. Tal ilustração foi aplicada em um estudo de caso sobre a escolha de localização de uma empresa de processamento de algodão. O modelo foi utilizado para obter a ordenação das alternativas, e obtiveram resultados satisfatórios.

Gonçalo e Morais (2018), propuseram um modelo de decisão em grupo para seleção de fornecedores em uma empresa de petróleo. A partir da aplicação do *PROMETHEE II*, obtiveram as avaliações individuais dos decisores e com o procedimento de votação por quartis, converteram as posições individuais em uma posição de decisão do grupo. Combinando as metodologias foi possível estabelecer um resultado que representou o grupo e produziu um ranking de fornecedores para um dos tipos de serviços usados pela empresa.

Araújo et al., (2019), apresentaram um estudo de caso sobre o problema de escolha de cultura de manga a ser implementada numa empresa exportadora. Para isso, foi utilizado o método FITradeoff, que é baseado no método Tradeoff, porém, apresenta uma estrutura flexível e interativa, destacando-se por requerer baixo esforço cognitivo e tempo do decisor a fim de gerar uma recomendação de decisão. Os resultados encontrados demonstram o desempenho do FITradeoff para este problema e evidenciam sua praticidade de aplicação para problemas dessa natureza. Todavia, deve-se destacar que a análise não leva em conta a análise individual dos critérios mais sim a análise comparativa critério a critério afim de se obter uma ordem de

classificação da importância dos critérios para a problemática, podendo ser pertinente uma nova abordagem com outros métodos.

Nesse sentido, Araújo et al., (2019), propõem um estudo que tem por objetivo apoiar a decisão sobre a escolha de localização de instalações de indústria vinícola e também ordenar os tipos de uvas para produzir. Para tanto, foi aplicado o PROMETHEE II para escolher a localização de uma nova planta de produção e ordenar as variedades de uvas a produzir perante critérios organizados e alinhados à estratégia organizacional. Ações de investimento foram descritas e um cronograma financeiro foi planejado. Também foi observado um melhor alinhamento entre decisor e resultado esperado, mediante análise individual dos critérios.

2.5.1 Métodos multicritério na tomada de decisão em Mangicultura

As decisões estão presentes no cotidiano de todas as pessoas, e especialmente das organizações (DE ALMEIDA, 2013). Podem envolver apenas um decisor ou múltiplos e podem ter impacto sobre poucas ou muitas pessoas (DE ALMEIDA, 2013; ROY, 1996). Diante disso, vem a necessidade de se oferecer suporte à decisão. Um tipo específico de decisão é a multicritério. Tais decisões estão relacionadas a problemas que contam com duas ou mais alternativas e múltiplos objetivos a serem atingidos, geralmente conflitantes entre si. Nesses casos, a depender do número de critério e alternativas, o problema de decisão pode se tornar muito complexo e requerer uma abordagem estruturada (DE ALMEIDA, 2013).

Os métodos multicritério de apoio a decisão visam oferecer suporte a tais tipos de problema, incorporando as preferências do decisor e conduzindo-o a uma recomendação que pode ou não ser acatada por ele. Visando minimizar os riscos de se gerar uma solução insatisfatória, cuidados relativos à compreensão do problema, estabelecimento dos critérios e aplicação do método adequado devem ser observados. Há de se ressaltar que muitos métodos podem ser longos e exigir tempo e informação não disponíveis ao decisor, tornando-se inviáveis para muitos contextos.

Uma área de relevância na economia brasileira e que constantemente se depara com decisões importantes é o agronegócio, tendo a cultura da manga destaque nesse cenário. Entretanto, o Brasil vem perdendo posições no ranking de produtores manga ao longo dos anos. As exigências de novos mercados e a globalização vêm demandando da agricultura brasileira uma nova dimensão, levando ao surgimento de inovações tecnológicas nessa área, bem como moldando fatores competitivos existentes. Consequentemente, aqueles que não aprimorarem

suas técnicas de gerenciamento e produção de seus produtos podem perder espaço nas disputas mercadológicas.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou conceitos relacionados a decisão multicritério, onde são ressaltadas as características de problemas, bem como o universo de apoio a decisão e os aspectos que caracterizam a sua condução. Torna-se, então, fundamental que sejam realizadas pesquisas para o desenvolvimento de métodos e técnicas para propiciar uma tomada de decisão robusta e sistematizada.

A partir do exposto, foi possível observar, também, que, nesse contexto, múltiplos critérios e atores devem ser avaliados, principalmente em se tratando do agronegócio, por isso a necessidade da abordagem de decisão em grupo.

Nesse capítulo, apresentou-se ainda o método Promethee, explorando os tipos de funções de preferência e fluxos de saída. Esse método será usado na aplicação do modelo a ser proposto. Além disso, foram apresentados fundamentos para o uso do *PROMETHEE-ROC* e para a exploração do *PROMETHEE GAIA* e delineamento de decisões em grupo.

Por fim, o capítulo faz uma breve abordagem ao estado da arte, em algumas pesquisas envolvendo decisões multicritérios e decisão em grupo, que norteiam o presente trabalho.

3 TOMADA DE DECISÃO SOB VARIEDADE NA MANGICULTURA

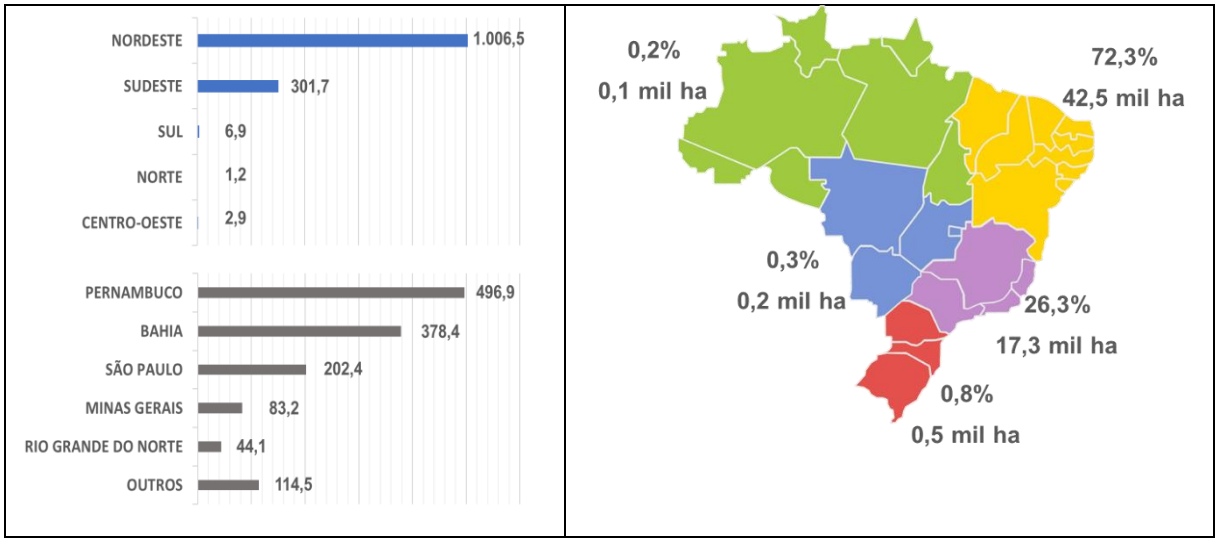
Este capítulo desenvolve a discussão sobre a cadeia produtiva da manga no Brasil e suas principais variedades, e trata ainda do processo decisório, em especial, na empresa estudo de caso.

3.1 CADEIA PRODUTIVA DA MANGA

De acordo com BRASIL/MAPA (2007), toda a cadeia de frutas exibe algumas características típicas que a diferem dos outros setores produtivos e que afetam a competividade como um todo, como a significativa presença de agricultores familiares e a elevada relação trabalho/capital; bem como crescente número de cooperativas e associações de produtores; oscilações de preços que seguem à sazonalidade de produção, entre outros. Portanto, quando se adentra a seara da fruticultura, tais características, se não devidamente trabalhadas, podem gerar obstáculos para o crescimento do setor.

Segundo a FAO (2018), o Brasil é o sétimo maior produtor mundial de manga, ficando atrás da Índia, China, Tailândia, Indonésia, México e Paquistão. O Brasil, em 2018, colheu cerca de 65 mil hectares de manga, conforme ilustra a Figura 7, concentrado basicamente em duas regiões: Nordeste (72,3%) e Sudeste (26,3%), ao passo que a área plantada, na região do Vale do São Francisco, deve registrar crescimento de 3% em 2019, podendo atingir 31,2 mil hectares, segundo (CEPEA, 2019).

Figura 7 - Produção de manga por região (mil ton) e hectares de manga produzindo



Fonte: IBGE, 2018.

Este cenário pode ser observado mediante aumento das áreas produtivas, bem como realocação de janelas de mercado, cujas estratégias, são delineadas pelos produtores, a fim de atender mercados cada vez mais exigentes.

Dados do site ComexStat (2019), demonstrados na Tabela 2 mostram que o estado da Bahia se apresenta com a maior exportação no grupo Abacates, goiabas, mangas e mangostões, frescos ou secos do país em 2019, com quantidade aproximada de 99,6 mil toneladas, seguido do estado de Pernambuco, com 85,5 mil toneladas. Já o Brasil acumulou cerca de 226,3 mil toneladas.

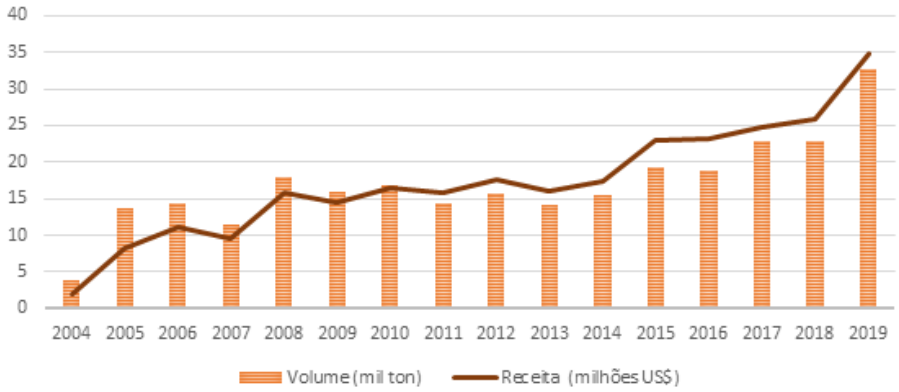
Tabela 2 - Histórico de produção de Abacates, goiabas, mangas e mangostões, frescos ou secos

Estado Produtor	**2.015**	**2.016**	**2.017**	**2.018**	**2.019**
Bahia	85.420	75.804	88.946	85.480	99.632
Pernambuco	46.096	55.266	66.995	62.607	85.479
São Paulo	13.437	14.969	17.717	16.456	19.711
Rio Grande do Norte	9.370	7.826	9.172	7.805	8.636
Ceará	4.132	3.412	1.817	1.733	2.804
Paraná	-	12	34	195	1.102
Rio Grande do Sul	-	4	36	171	1.275
Goiás	-	-	-	2.272	3.084
Minas Gerais	925	835	1.082	414	443
Espírito Santo	424	357	438	491	534
Santa Catarina	-	35	129	23	2.920
Rio de Janeiro	42	87	466	146	137
Maranhão	-	-	-	5	30
Pará	16	244	232	44	7
Alagoas	-	-	-	0	6
Amazonas	-	-	-	1	5
Roraima	-	-	-	-	-
Amapá	-	-	-	-	-
Paraíba	1.299	173	319	192	368
Distrito Federal	-	-	-	-	122
Total Toneladas	**161.162**	**159.023**	**187.383**	**178.034**	**226.293**

Fonte: ComexStat, 2019.

O Brasil, portanto, expressou aumento de 27% no volume exportado no mesmo período, comparando ao ano de 2018, com destaque para o estado de Goiás, que nos anos anteriores não possuía produção e vem em evolução. Tal comportamento pode ser observada na Figura 8, ilustrando uma tendência de crescimento no volume exportado de manga, com destino à Europa.

Figura 8 - Exportações de manga à união europeia



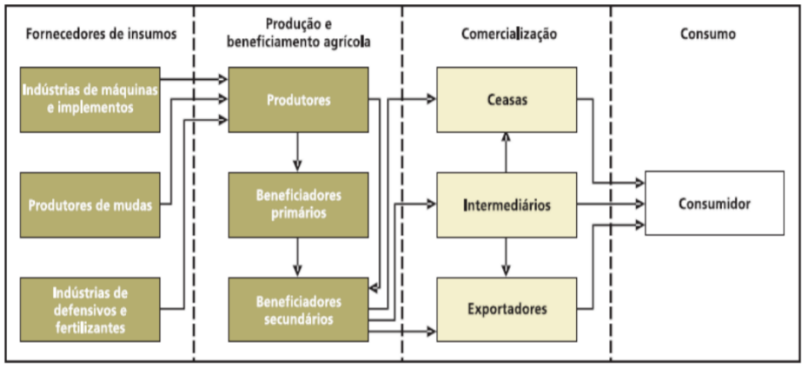
Fonte: ComexStat, 2019.

A região do Submédio do Vale do São Francisco é considerada uma das maiores produtoras e exportadoras frutícolas do Brasil. A cultura da manga, por exemplo, possui significativa importância, estando relacionada a fatores econômicos, sociais e ao desenvolvimento como um todo (LIMA, et al., 2009). Pode ser observado, ainda de acordo com os autores, mediante o grande volume anual de negócios realizados nos mercados interno e externo, o que, consequentemente, se traduz em inúmeras oportunidades de emprego diretos e indiretos.

O polo frutícola desta região representa uma das localidades do país na qual ocorreu o desenvolvimento estrutural e de organização da produção em torno da fruticultura baseado, principalmente, em investimentos de irrigação pública, desta forma, as empresas puderam se desenvolver com destreza e alcançar uma importante participação no mercado mundial (BUSTAMANTE, 2009).

A Figura 9 ilustra um fluxograma com os segmentos da cadeia produtiva, os principais atores e os fluxos de comercialização e consumo comuns nas cadeias de produção de frutas brasileiras.

Figura 9 - Estrutura da cadeia produtiva de frutas brasileiras



Fonte: BRASIL/MAPA, 2007.

Haja vista o destaque da cadeia produtiva da manga para o semiárido nordestino, a gestão dos processos interligados ao beneficiamento deste fruto tem um caráter ainda mais decisivo na garantia da colheita, volume de exportações e geração de empregos. Considerando Figura 9, a etapa com maior agregação de valor é a "Produção e beneficiamento agrícola", bem como é a que se expõe aos maiores riscos. Portanto, adentrar pesquisas que apoiem a tomada de decisão, no elo mais volátil, tem significativo suporte em todo o pilar do agronegócio.

Assim, dentro do planejamento estratégico das empresas, é preciso tabular de forma robusta, quais os principais critérios e alternativas serão delineadas para garantir a participação de mercado, seja em âmbitos de inovação de processos, novos negócios, novos clientes, novos cultivares, ou até mesmo estratégias de manutenção.

Todavia, ainda tendo significativa exposição a dados, informes, benchmarking com outras empresas, decisões estratégicas como qual variedade plantar em novos investimentos, ainda costumam ser tomadas de forma superficial, considerando maior aderência ao Ditador Benevolente, normalmente, dono do empreendimento, e comumente, sem muita bagagem técnica e estratégica para fundamentar uma decisão assertiva.

Isto posto, do ponto de vista da comparação e escolha de qual variedade a ser escolhida para investimentos em novas áreas, alguns cultivares podem apresentar bons resultados para determinados indicadores e ser menos expressivos em outros. Integrar informações advindas de um contexto macro é, usualmente, o método mais utilizado para definir a melhor estratégia. É possível, portanto, definir esse processo como um problema de decisão que pode ser analisado pelo enfoque multicritério de apoio à decisão em grupo (BERGEZ et al., 2010, LOYCE; WERY, 2006).

3.2 AS VARIEDADES DA MANGA

Existem literalmente milhares de variedades de manga (MUKHERJEE, 1953). Contudo, a grande maioria não é adequada para organizações de grande escala produtiva, devido problemas de produção, pós-colheita e/ou comercialização. A criação e desenvolvimento de cultivares de manga é considerada difícil e demorada, isso porque as árvores tem um longo período juvenil, demorando de três a dez anos para florescer.

Conforme organizado por Oliveira et al., (2004), o cultivo da manga no Brasil deu início, por ser uma árvore asiática, que se adaptou muito bem ao clima tropical brasileiro, inicialmente sendo plantada em áreas espaçadas, vales de pequenas propriedades e quintais. Com o passar do tempo, a fruta se tornou cada vez mais presente na mesa brasileira, caracterizando um significativo movimento de cultivo comercial. Tal movimento foi possível a partir do uso de

tecnologias de irrigação, indução floral e diversidade de variedades. Na primeira fase predominava o cultivo de variedades como “Espada”, “Coqueiro”, “Ouro”, etc. Estas estão perdendo espaço para variedades que são cultivadas em grandes áreas e possuem boa aceitação no mercado, como *Tommy Atkins*, *Palmer, Keitt, Kent*, cujas principais características se apresentam no Tabela 3.

Tabela 3 - Características das principais variedades de Manga

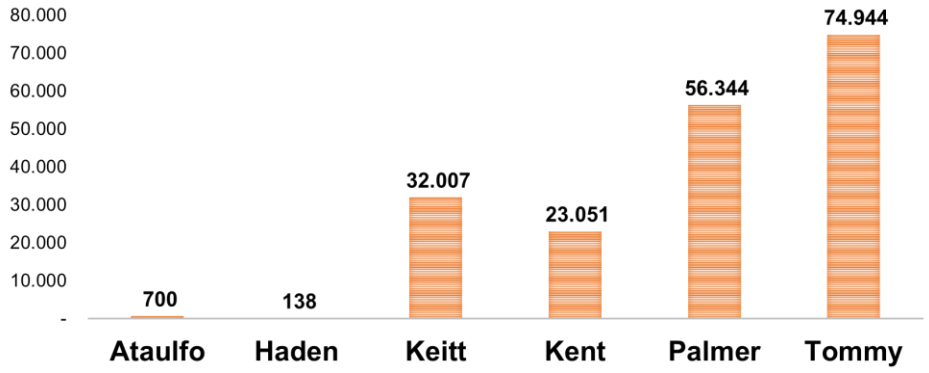
Variedade	Características	Aparência
Kent	Frutos grandes (600g a 750g), de casca entre verde-claro e amarelo, adquire tom avermelhado com o amadurecimento. A polpa é amarela-alaranjada, apresenta um Brix de 19°, sem fibra, aromática e sucosa. A maturação é tardia. É propensa a desordens internas.	
Keitt	Frutos grandes (600g a 800g), de casca amarelo-esverdeada, polpa de tom amarelo-intenso, sem fibras, firme, sucosa, doce e com Brix de 21°. Sensíveis a desordens internas e propensas ao escurecimento de polpa.	
Palmer	Os frutos são grandes (500g a 900g), de cor alaranjada com vermelho-brilhante. A polpa é amarelada, com pouca fibra, firme e aroma suave, 19° de Brix. A maturação é tardia. Aceitação crescente no mercado consumidor. Floradas fortes, porém, sensíveis a desordens internas.	
Tommy	Frutos médios a grandes (400g a 600g), com coloração da casca predominantemente avermelhada. Polpa de textura firme, coloração amarelo-escura, Brix de 17° e poucas fibras. Apresenta resistência mediana à antracnose sendo, no entanto, uma das mais sensíveis ao colapso interno dos frutos.	

Fonte: Adaptado de Oliveira, et al., 2004.

A aceitação de mercado dessas variedades é ratificada pela Figura 10, quando observados as toneladas exportadas de cada variedade no ano de 2018. Um dos desafios no

cultivo da manga é o calendário de produção, conforme ilustrado na Tabela 4. O alinhamento estratégico entre o comercial das empresas e o campo é preciso, haja vista que qualquer desbalanço ou falha de comunicação, pode acarretar uma alocação das colheitas em meses de baixa produtividade, além do fato de um recondicionamento do calendário costuma ser oneroso.

Figura 10 - Toneladas por variedade exportadas do Brasil para o Mundo em 2018



Fonte: Aschenberger, 2019.

Além das variedades que historicamente são conhecidas pelos consumidores, a cada ano, surgem novos cultivares, advindos de pesquisa e desenvolvimento, que objetivam melhorias genéticas no fruto. Como destaque, indústrias israelenses promovem novas variedades, Aya, Lili, Shelley, Maya, Omer, Osteen, que já começam a ser testadas também no Vale do São Francisco, com significativo potencial de expansão.

Tabela 4 - Calendário de produtividade de manga por variedades

Variedades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Kent												
Keitt												
Palmer												
Tommy												

Legenda:
- Sem produção
- Alta produtividade
- Baixa produtividade

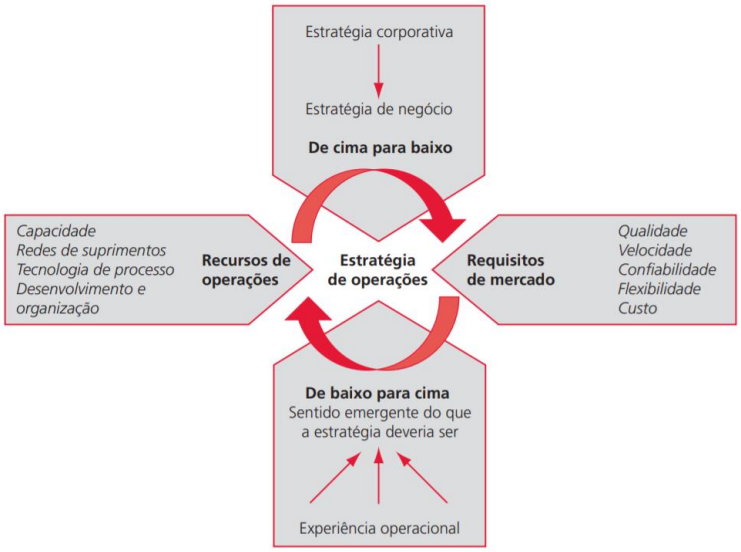
Fonte: O autor (2020)..

Os critérios para o sucesso para cultivar a manga variam de acordo com a parte da cadeia produtiva considerada. Os produtores exigem que as cultivares produzam frutos assim que possível, cujos rendimentos sejam confiáveis, ter uma moderada a excelente resistência a doenças, insetos e pragas, possuir qualidade aceitável de frutas e que tolerem o manuseio pós-colheita. Por outro lado, beneficiadores e transportadores estão mais interessados em cultivares que tolerem a colheita e tratamentos térmicos de pós-colheita, classificação e embalagem, armazenamento e expedição. Comercial, exige um suprimento de frutas durante todo o ano, frutas sem manchas, de cor interna e externa aceitáveis, sabor e textura padronizadas e que amadureçam com qualidade. Portanto, a definição de qual cultivar considerar em novos investimentos, demanda um apoio multicritério, que considere cada demanda de cada ator envolvido na cadeia.

3.3 ESTRUTURA DECISÓRIA

O processo decisório para direcionar a configuração estratégica está interligado ao modelo de organograma adotado e em como os níveis hierárquicos interagem para contribuir com a estratégia de operações. Cada visão de gerenciamento possui uma abordagem específica de compreensão e análise das atividades e objetivos globais, ao passo que a definição de um modelo fixo ou híbrido de estratégia para a tomada de decisões é inerente a análise dos diretores, de acordo com o que eles acharem mais adequado aos objetivos pretendidos. O diagrama apresentado na Figura 11 ilustra as quatro perspectivas da estratégia de operações apresentadas por Slack e Lewis (2009).

Figura 11 - Perspectivas da Estratégia de Operações



Fonte: SLACK e LEWIS, 2009.

A abordagem “de cima para baixo”, é aderente ao modelo organizacional da empresa em que esta pesquisa está sendo desenvolvida, sendo aquela explicada pelos autores, por uma visão tradicional de estratégia de operações e definida como uma das diversas estratégias funcionais que são, comumente, governadas por decisões tomadas no topo da organização e que estabelecem a direção estratégica global.

3.3.1 Análise do atual processo de decisão sobre a variedade a plantar e seus impactos na organização

A empresa desse estudo de caso, é uma organização grande e diversificada, mantendo suas estratégias de operações consistindo em decisões sobre o tipo de negócios com os quais a corporação deverá se envolver, quais negócios adquirir e quais se distanciar, como alocar o recurso monetário e assim por diante.

Deste modo, todas as decisões se concentram na alta gerência da empresa, que complementa as estratégias ideais entre os recursos de operações e requisitos do mercado, fazendo com que algumas decisões acompanhem o ritmo da demanda.

Ou seja, o diretor costuma sondar a opinião individual do corpo técnico, partindo para uma ponderação e análise superficial, podendo envolver critérios subjetivos, ou até não levar em consideração pontos significativos, por alguma defasagem de argumentação das pessoas envolvidas e, assim, fragiliza toda a decisão.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve como objetivo a apresentação da cadeia produtiva da manga, dentro do contexto do agronegócio brasileiro, bem como contextualizar os desafios que envolvem a tomada de decisão neste meio.

Partindo da significativa participação da manga na fruticultura brasileira, foi apresentado o histórico da manga, bem como exposição do universo de critérios e visões possíveis, no desenvolvimento dos processos produtivos, desde o campo, representado pelos produtores, passando pelas indústrias de beneficiamento, representados pelos beneficiadores, até a venda, representado pelo comercial. Desta forma, se torna clara a necessidade de modelos que integrem os atores, e diversos critérios, numa problemática de decisão.

4 MODELO DE DECISÃO EM GRUPO PARA AVALIAR VARIEDADES DE MANGA EM SITUAÇÃO ESTRATEGICA DE INVESTIMENTO

É apresentado neste capítulo a proposta de modelo de decisão multicritério em grupo para avaliar entre diferentes variedades de manga qual deverá ser plantada pela empresa. O modelo foi baseado em diferentes objetivos levados em consideração pelos quatro chefes dos departamentos da organização em estudo.

A escolha do método a ser empregado depende da contextualização do tipo de problema em análise, das partes envolvidas, da estruturação de preferência e do tipo de resposta que se busca alcançar, ou seja, qual a problemática de referência (GOMES et al., 2014). Isto posto, para a problemática em questão, visa uma priorização de alternativas, sofrendo a influência de vários agentes de decisão por se tratar de um planejamento de investimento que tem reflexos em aspectos técnicos e ambientais. Tais aspectos serão considerados como critérios na avaliação, e, desta forma, requer uma informação intercritério que corresponda à sua importância relativa. Para esses casos, comumente faz-se uso dos métodos da Escola Francesa que utilizam a abordagem *outranking* (conhecidas na literatura como: superação, subordinação, prevalência e sobreclassificação) (ROY, 2005).

O Método *PROMETHEE*, dentre os métodos baseados na relação de sobreclassificação foi a base para a avaliação entre as alternativas de variedades de mangas para se plantar em novas áreas, por sua vantagem em requisitar uma informação muito clara, que pode ser facilmente obtida e fornecida pelo decisor. Ademais, é um método flexível, que oferece dois graus de liberdade ao decisor: o primeiro sendo a seleção do tipo de função de preferência para avaliar cada critério e o segundo os limiares a serem definidos (BRANS & MARESCHAL, 1994).

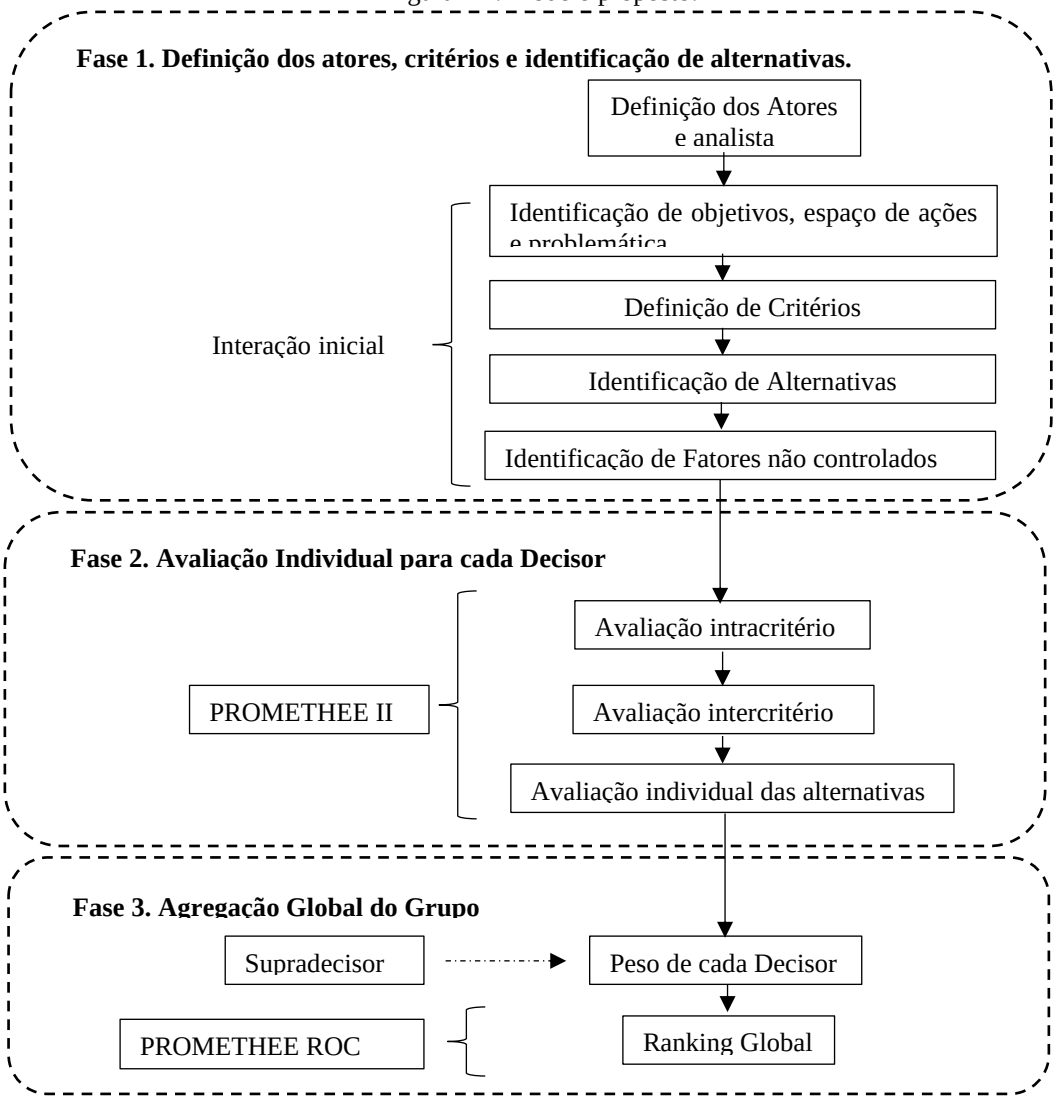
Todavia, mediante a utilização do método PROMETHEE para tomada de decisão em grupo, os decisores colocam seus critérios individuais, dos quais podem ser comuns aos outros decisores ou não, e podem avaliá-los de acordo com suas próprias interpretações, atribuindo pesos e escolhendo as funções de preferências, o que proporciona ao modelo explorar melhor o ponto de vista dos decisores.

Dentre os métodos da família *PROMETHEE*, o *PROMETHEE II* se apresentou mais conveniente no contexto da aplicabilidade do modelo, em que são considerados diferentes agentes decisores, no tocante a modelagem de preferências – processo em que se permite a ordenação das alternativas segundo múltiplos critérios – o qual é realizada de forma clara, cujos

conceitos e parâmetros de aplicação são simples – indiferença, preferência fraca ou forte – tem significado tangível ao decisor (JANUNUZZI et. al, 2009). É importante frisar que o PROMETHEE II gera uma pré-ordem completa, ou seja, pode haver empate (indiferença), mas a incomparabilidade é perdida no processo de sobreclassificação. Esse é um aspecto muito conveniente para os decisores em questão, pois a análise da incomparabilidade iria dificultar o entendimento do problema tendo em vista que serão poucas alternativas avaliadas. Assim, todos os decisores passam a ter uma melhor visão pessoal do problema e com isto, é realizada a agregação das preferências, gerando a decisão em grupo.

A Figura 12 apresenta as fases do modelo proposto, bem como o método utilizado em cada uma delas. Nas seções subsequentes, cada fase do modelo será descrita detalhadamente e de forma aplicada a empresa estudada.

Figura 12. Modelo proposto.



Fonte: O autor (2020)

A partir dos fluxos líquidos obtidos representando as avaliações individuais de cada decisor, foi possível observar o quanto uma alternativa é mais preferível em relação à outra, para todos os decisores. Em seguida, para avaliação global do grupo, foi considerado o resultado de ordenação final de cada decisor. O Supradecisor, neste trabalho, o presidente da empresa, determinou o peso de cada dos critérios da função global (peso dos decisores individuais, agora como critérios), utilizando o ROC (*surrogate weigths*), tendo em vista que para o Supradecisor era mais simples informar a ordem dos critérios do que valores de pesos que refletissem a sua importância relativa no processo decisório. Assim, foi utilizado o PROMETHEE II para encontrar o valor da função global de agregação para a decisão em grupo.

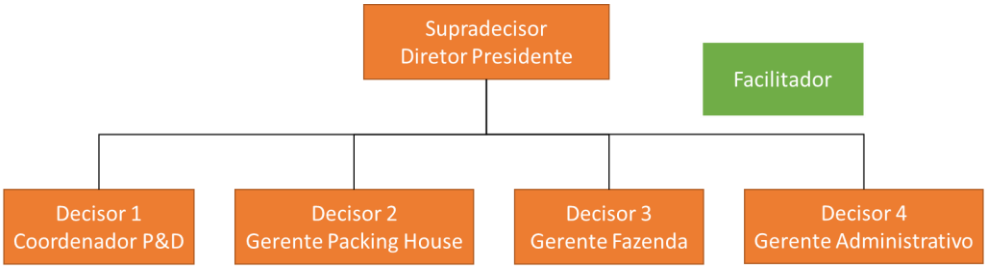
4.1 FASE 1. DEFINIÇÃO DOS ATORES, CRITÉRIOS E GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS.

4.1.1 Definição dos atores e analista

A estrutura organizacional da empresa, conforme ilustrado na Figura 13, se dá pelo presidente, responsável direto pelas definições estratégicas e decisões comerciais; (sendo aqui chamado de Supradecisor); seguido do coordenador de pesquisa e desenvolvimento, seguido dos gerentes de *packing house*, fazenda e administrativo.

Neste meio encontra-se a controladoria, setor que possui reporte direto à diretoria e se apresentará como facilitador. A principal função é controlar as atividades da empresa, bem como gerar dados para embasar as tomadas de decisões. Portanto, o primeiro filtro de decisão e alertas partem deste setor, para então mediar as tratativas, operacionais e estratégicas com os gerentes e diretoria.

Figura 13 - Linha decisória



Fonte: O autor (2020).

O nivelamento de informações entre os participantes do processo decisório foi efetuado através da realização de uma reunião individual entre o facilitador e cada decisor.

4.1.2 Identificação dos objetivos

Uma das metas do planejamento estratégico é dobrar a área plantada da empresa em 5 anos, para tanto, esta decisão precisa ser muito bem alinhada, uma vez que a cultura da manga demanda um ciclo de 4 anos, desde o plantio até a primeira colheita, ou seja, precisa-se analisar um cenário futuro para decisão de qual a variedade que trará o melhor retorno.

O custo de implantação de todas as variedades é semelhante, sendo a maior preocupação o *payback* do investimento, haja vista que até a primeira colheita o investimento é de aproximadamente R$ 150 mil reais por hectare plantado apenas para formação do pomar, somando R$ 40 mil reais para produção da primeira safra. Cada safra fatura em média R$ 100 mil a R$ 200 mil reais, variando de acordo com o mercado, câmbio, clientes, variedade de manga, logística de distribuição etc.

Assim, teoricamente, o retorno do investimento apenas viria no sexto ou sétimo ano, demandando da empresa um preciso planejamento de fluxo de caixa e prospecção de investimentos. Isto posto, a decisão de qual variedade plantar em novas fazendas se configura como altamente estratégica, necessitando de modelos que possibilitem um suporte a decisão.

4.1.3 Espaço de ações e problemática

Para de Almeida (2013), "a estrutura do espaço de ações vai estabelecer um marco importante para a escolha do método multicritério a ser utilizado". O conjunto de alternativas que é o objetivo do problema terá influência na decisão de escolha do método que deverá ser utilizado para desenvolvimento do modelo de decisão. Dentre as classificações das alternativas, ainda de acordo com o autor, pode-se identificar as alternativas mediante os conjuntos que as mesmas representam em: conjunto discreto e conjuntos contínuos.

A maioria das problemáticas gerenciais se apresentam como conjuntos discretos, podendo ser evidenciado na estrutura: $A=(a1,a2,...,an)$, em que o número de alternativas é igual a "*n*", tendo conhecimento do número de alternativas as quais não deverão sofrer modificações. Já para casos de conjuntos contínuos de alternativas, correspondem aos métodos de programação matemática (DE ALMEIDA, 2013).

Diante desta classificação e analisando o processo decisório de qual variedade a ser plantada, consegue-se realizar a correta avaliação das alternativas através do estudo do contexto da decisão e preferências dos decisores. Deste modo, é possível realizar a classificação do mesmo como conjunto de alternativa discreto, uma vez que se consegue observar que a decisão se materializa sobre um conjunto de alternativas estipuladas de caráter objetivo e sem intermédio de métodos de programação matemática. Além disso, outra classificação que deve

ser ponderada é que o espaço de ações é estável, ou seja, as alternativas são definidas no início do processo decisório e não sofrem alterações no decorrer do processo.

A escolha da problemática tem relação direta com a escolha do método. De acordo com de Almeida (2013) “uma condição básica para a existência de um problema de decisão é a existência de pelo menos duas alternativas para que o decisor possa efetuar uma escolha”. Sendo assim, um problema de decisão tem como contexto um conjunto de alternativas que devem sofrer comparações sobre a ótica de diferentes critérios com distintos objetivos. Em conformidade com o objetivo pretendido em cada processo decisório pode gerar quatro tipos de problemática. Segundo Roy (1996) existem quatro problemáticas, que são: Problemática P.α; Problemática P.β; Problemática P.γ; Problemática P.δ; Problemática de Portfólio.

A problemática P.α pode ser definida conforme de Almeida (2013) como problemática de escolha, que busca esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto do espaço de ações. A Problemática P.β também conhecida por problemática de classificação tem o objetivo de alocar cada ação em uma classe. A Problemática P.γ ou problemática de ordenação tem a finalidade de ordenar as ações, sendo chamada de problemática de ordenação. Já a Problemática P.δ ou problemática de descrição tem como objetivo apoiar a decisão por uma descrição de ação e detalhamento de suas consequências.

Considerando o processo decisório em questão, ou seja, decisão de qual variedade plantar em novas fazendas, a problemática que melhor atende a necessidade dos decisores é a Problemática P.γ ou problemática de ordenação. Tal problemática já é utilizada dentro de modelos de decisão de investimentos em organizações, o que torna o modelo, considerando adaptações, a problemática aconselhável para o objetivo pretendido.

4.1.4 Definição de critérios

A definição de critérios é uma etapa de suma importância para o funcionamento apropriado do modelo de decisão. De acordo com de Almeida (2013), busca-se no desenvolvimento dos critérios meios para que os objetivos identificados na etapa anterior possam ser medidos em relação aos desempenhos em relação aos objetivos.

Tendo em vista todos os aspectos apresentados anteriormente, os seguintes critérios foram definidos para o problema: Custo; Produtividade; *Shelf-life; ºBRIX*; Refugo; Rendimento Industrial; Demanda; Calendário de Safra e Aparência. Tais critérios foram escolhidos mediante possibilidade de avaliação abordada por Araújo et al., (2019). A

Tabela 5 descreve os critérios e respectivos objetivos, que foram levantados nas entrevistas com os decisores e atendem a todas as visões.

A mensuração de alguns critérios de comercialização, preços de venda, pós colheita, não foram acessíveis para esta pesquisa. Bem como não foi possível adquirir os dados dos critérios considerados, para outras variedades, então alternativas do modelo. A empresa possui significativos propósitos sociais e ambientais, pelo seu histórico na região, projetos sociais, integração com a comunidade, além de várias certificações sócio ambientais. Desta forma, por ter uma cultura concisa, não teriam diferenças nas avaliações das alternativas para esse grupo de critérios.

Tabela 5 - Critérios do problema de decisão com seus respectivos objetivos e descrições.

Código	Critério	Descrição e Objetivo
C1	Custo	A variável custo pode oscilar de acordo com a cultivar, seja pelo uso de mão de obra para atividades específicas ou uso de insumos agrícolas. Valor considerando Custo / kg (Mão de obra + Insumos + Mecanização). Objetivo: Minimizar o custo de produção. Tipo: R$/kg
C2	Produtividade	Produção faz referência a quantidade de toneladas que uma variedade pode produzir por hectare, utilizando o mesmo espaçamento entre plantas. Objetivo: Maximizar a quantidade de toneladas produzidas. Tipo: Ton/há
C3	Shelf-life	Faz referência a quantidade de dias que a fruta suporta após o beneficiamento. Objetivo: Maximizar a quantidade de dias. Tipo: Dias
C4	ºBRIX	Consiste na proporção de "açúcares" que a fruta possui. Objetivo: Maximizar o ºBRIX. Tipo: ºBRIX
C5	Refugo	Inferência pela % de Refugo cuja causa foram aspectos nutricionais ou ataque de pragas. Objetivo: Minimizar Refugo. Tipo: %
C6	Rendimento Industrial	Trata do beneficiamento em si, capacidade das máquinas, fluxo dentro da linha e rendimento. Objetivo: Maximizar fluidez nos processos da indústria. Tipo: Ton/h
C7	Demanda	Avaliação do Comercial da empresa a partir de contato com os clientes, em entrevista não estruturada, para estimar o ranking. Objetivo: Maximizar a demanda. Tipo: Ordenação numérica
C8	Calendário de Safra	Denota a quantidade de meses que a variedade é produzida ao longo do ano. Objetivo: Maximizar volumes o ano todo. Tipo: Meses
C9	Aparência	Faz referência a aparência da fruta, características físicas, formato, consistência, cor, estética, sendo um ranking em consenso. Objetivo: Maximizar a aparência; Tipo: Ordenação numérica

Fonte: O autor (2020).

4.1.5 Identificação das alternativas

A identificação das alternativas é guiada pelo universo de conhecimento cotidiano dos decisores. Assim, o conjunto de alternativas de decisão para o problema é formado pelas variedades de mangas que a empresa possui rápido acesso:

Tommy e Keitt: variedades de maior domínio, com largo conhecimento de gestão, entretanto, são variedades que vem em queda no mercado;

Kent: variedade que possui maior demanda e maior preço, entretanto, apenas produz no segundo semestre com maior intensidade, período de safra de manga no Brasil e concorrentes, ou seja, muita oferta de mangas em geral;

Palmer: uma variedade que vem crescendo bastante no mercado, todavia, com pouco conhecimento do ciclo por parte da empresa que apresenta muitos problemas mecânicos para processá-la por conta da sua forma.

4.1.6 Identificar fatores não controlados

Dentre alguns fatores não controlados na fruticultura, como um todo, que são capazes de afetar a resolução do problema, estão: Variações climáticas; Perda da produção; Pragas; Dificuldades de Indução; Doenças; Infertilidade do solo; Comportamento vegetal da planta; Câmbio; Risco logístico; Alterações legislativas.

4.2 FASE 2. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL PARA CADA DECISOR

4.2.1 Avaliação intracritério

A avaliação intracritério conforme de Almeida (2013), está interligada com a avaliação de cada alternativa para cada critério previamente estabelecido pelos decisores, o que se permite obter a matriz de consequências. O valor atribuído a cada alternativa é resultante das consequências obtidas por cada uma de acordo com a função valor $v_j(a_i)$. A Tabela 6 é composta pela matriz de consequências das alternativas, em que o levantamento dos dados realísticos (utilização de fator de ajuste), se deu pela abertura da empresa do estudo de caso em fornecer os parâmetros, que cada alternativa tem em cada critério.

O critério “custo”, por exemplo, promove uma comparação objetiva, podendo considerar seu valor por quantias monetárias para implantação da alternativa. O mesmo comportamento é possível observar nos critérios quantitativos: “produtividade”, “*shelf life*”, “^{o}*BRIX*”, “refugo”, “industrial” e “calendário”.

Os outros critérios, “demanda” e “aparência” possuem natureza subjetiva, não possuindo uma escala clara de valores que possibilite uma comparação fluída. Como nesses critérios, as diferenças entre as alternativas podem ser pequenas e de difícil mensuração, adotou-se uma escala de comparação utilizando o ROC, a qual permite aliar simplicidade da análise a uma maior garantia de objetividade. Para tanto foi realizada uma reunião para chegar ao consenso entre os decisores, para definir o ranking entre as alternativas, e a partir do consenso, de não ter avaliações iguais, foi definido o peso utilizando o ROC, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Matriz de consequências.

	Critérios								
	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**
Alternativas	Custo	Produtividade	Shelf Life	ºBRIX	Refugo	Industrial	Demanda	Calendário	Aparência
Tommy	R$ 1,15	29,3 ton/ha	40 dias	11,9º	3,6%	17 ton/h	0,14	10 meses	0,52
Keitt	R$ 1,09	34,6 ton/ha	25 dias	12,9º	2,6%	23 ton/h	0,06	12 meses	0,06
Kent	R$ 1,13	33,5 ton/ha	35 dias	14,9º	3,0%	25 ton/h	0,52	4 meses	0,14
Palmer	R$ 0,98	38,1 ton/ha	30 dias	11,6º	5,2%	12 ton/h	0,27	12 meses	0,27

Fonte: O autor (2020).

Tabela 7- Normalização para critérios demanda e Aparência, segundo ROC.

Item	Ranking	C7 Demanda	Ranking	C9 Aparência
Tommy	3	0,14	1	0,52
Keitt	4	0,06	4	0,06
Kent	1	0,52	3	0,14
Palmer	2	0,27	2	0,27

Fonte: O autor (2020).

4.2.2 Avaliação Intercritério

Com a avaliação intracritério elaborada de acordo com a Tabela 6, a próxima etapa é elaborar a avaliação intercritério, a qual, para de Almeida (2013), considera avaliação de acordo com uma combinação dos diferentes critérios evidenciando, ainda, que de acordo com a definição de métodos de sobreclassificação não existe a necessidade de mudanças de escala para realizar a análise binária entre as alternativas.

Ratificando, Sousa et al., (2013) afirmam que a informação intercritério deve ser apresentada mediante indicação dos pesos inerentes a cada decisor e resultado da preferência

do decisor. Assim, a indicação dos pesos foi levantada mediante entrevista individual com cada decisor e pode ser visualizada na Tabela 8, a partir das respostas do Decisor 1 P&D (Coordenador de Pesquisa & Desenvolvimento), Decisor 2 (Gerente de *Packing House*), Decisor 3 Campo (Agrônomo), Decisor 4 Adm. (Gerente Administrativo), cuja obteção dos pesos se deu pela proporção do peso escolhido pelo decisor, pela soma de todos os pesos escolhidos para os nove critérios, haja vista a possibilidade, mediante opinião dos decisores, terem critérios de pesos iguais. Para cada critério avaliado, em todas as matrizes de decisão, foi utilizada a função de preferência usual, haja vista que qualquer diferença de performance entre as alternativas gera uma preferência estrita.

Tabela 8 - Critérios e respectivos graus de importância para os decisores D1, D2, D3 e D4

		Critérios								
		C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**
D1 P&D	**Função | Objetivo**	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Max
	Peso	0,13	0,13	0,09	0,09	0,06	0,06	0,16	0,13	0,16
D2 PH	**Função | Objetivo**	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Max
	Peso	0,00	0,06	0,11	0,00	0,22	0,28	0,06	0,22	0,06
D3 Campo	**Função | Objetivo**	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Max
	Peso	0,15	0,15	0,12	0,09	0,12	0,09	0,09	0,09	0,09
D4 Adm.	**Função | Objetivo**	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Min	1 | Max	1 | Max	1 | Max	1 | Max
	Peso	0,20	0,20	0,04	0,00	0,16	0,08	0,20	0,08	0,04

Fonte: O autor (2020).

4.2.3 Avaliação das alternativas individuais

Nesta fase, o modelo já está definido podendo, portanto, ser utilizado para chegar ao melhor cenário de investimento. As aplicações dos modelos propostos serão realizadas com o auxílio do software computacional "*Visual PROMETHEE*", para aplicação do método *PROMETHEE II*.

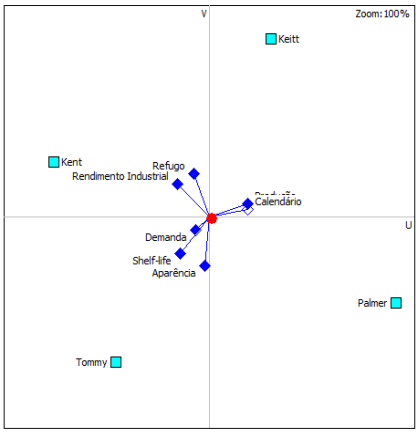
O resultado obtido através da aplicação do modelo e uso do software serão avaliados quanto a sensibilidade e quanto a sua capacidade de implementação. Isto posto, nesta fase cada decisor faz a sua avaliação individual das alternativas em relação aos critérios que julga relevante. Utilizando o *Visual PROMETHEE*, software baseado no método *PROMETHEE* e no

Plano GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Assistance), cuja usabilidade facilita a análise do problema sob a perspectiva individual de cada decisor e permite realizar uma análise de sensibilidade, onde as alternativas são projetadas em um plano bidimensional. Segundo Mareschal & Brans (1988) o plano *GAIA* consiste em um módulo de interação visual complementar ao *PROMETHEE*, que entrega uma informação gráfica sobre o caráter conflitante do critério, bem como o impacto dos pesos na decisão final.

A Figura 14 mostra a visualização do plano *GAIA* resultantes das análises individuais de cada decisor. Cabe ressaltar que, segundo Cavalcante e de Almeida (2005) estipulam um limiar percentual de 70% como aceitável para a interpretação e utilização do plano *GAIA*, portanto, se admite a utilização, uma vez que os gráficos tiveram uma qualidade superior a 83%.

Figura 14 - Visualização do plano *GAIA* e ranking das alternativas com relação aos pontos de vista dos decisores.

D1 P&D	Phi	Phi+	Phi-
Kent	**0,14**	0,57	0,43
Palmer	**0,13**	0,54	0,41
Keitt	**-0,13**	0,42	0,54
Tommy	**-0,15**	0,43	0,57



D2 PH	Phi	Phi+	Phi-
Keitt	**0,26**	0,59	0,33
Kent	**0,19**	0,59	0,41
Tommy	**-0,15**	0,43	0,57
Palmer	**-0,30**	0,31	0,61

D3 CAMPO	Phi	Phi+	Phi-
Kent	**0,13**	0,57	0,43
Palmer	**0,08**	0,53	0,44
Keitt	**0,04**	0,51	0,46
Tommy	**-0,25**	0,37	0,63

D4 ADM	Phi	Phi+	Phi-
Palmer	**0,28**	0,63	0,35
Kent	**0,12**	0,56	0,44
Keitt	**0,09**	0,53	0,44
Tommy	**-0,49**	0,25	0,75

Fonte: O autor (2020).

O eixo de decisão (destaque em vermelho) é uma projeção dos pesos dos critérios no espaço de critérios, em que a orientação do eixo de decisão indica quais critérios estão de acordo com a classificação *PROMETHEE* e quais não são.

Como já esperado, para uma decisão cujos interesses são distintos, com base nos fluxos líquidos individuais, os decisores tiveram variedades diferentes com maior valor, *Kent* para o D1 P&D e D3 Campo, *Keitt* para D2 PH e *Palmer* para D4 Adm.

Quando observado as significâncias dos eixos de decisão, o D2 PH, apresentou o maior eixo, demonstrando maior clareza e foco nos critérios que lhes são mais importantes. D1 P&D e D3 Campo, apresentaram eixos curtos, demonstrando que os pesos adotados, quando considerado o universo de nove critério, de certa forma, não tem significância suficiente para decidir. Portanto, fortalece a necessidade de um Supradecisor na decisão em grupo.

4.3 FASE 3. AGREGAÇÃO GLOBAL DO GRUPO

4.3.1 Agregação dos resultados

Para agregação dos resultados, de acordo com o método *PROMETHEE*, uma função de preferência deve ser avaliada para cada um dos critérios. Todavia, conforme evidenciado por Macharis et al., (1998), não se considera um cenário real a avaliação de distintas funções de preferência para cada decisor. Assim, os fluxos líquidos de cada decisor já são considerados como base das preferências individuais e são desenvolvidos na mesma unidade, logo, tais valores podem ser diretamente agregados.

Cabe destacar que, de acordo com Brans (2005) apud Morais & de Almeida (2006) é comumente utilizado na literatura, em decisões em grupo, que todos os decisores tenham a mesma importância relativa (pesos iguais).

Entretanto, para a problemática de escolha de qual variedade de manga plantar em novas fazendas, por se tratar de um problema que envolve um conjunto de decisores, cuja hierarquia organizacional da empresa em questão, fazer parte inerente do processo decisório atual, denota que as dificuldades encontradas pelos decisores podem estar ligadas ao número de critérios envolvidos no problema, além da exigência de conhecimentos especialistas no assunto. Neste tipo de cenário, em que há um Supradecisor, diretor presidente da empresa, que definirá o grau significância de cada decisor na função global, o Supradecisor pode assumir a racionalidade não compensatória para a avaliação das dos critérios e assumir informações parciais para definir

suas preferências. Tal caracterização possibilita a aplicação e representação de uma estrutura lógica do método PROMETHEE-ROC, se mostrando oportuna nesse contexto.

Assim, para o cálculo da função global de preferência, em uma nova problemática, os decisores, agora sendo os critérios, tiveram seus pesos definidos com base em entrevista com o Supradecisor, utilizando o metodologia ROC como visto na Tabela 9 e, então, foi gerada a matriz de consequências e peso dos critérios na Tabela 10.

Tabela 9 - Normalização dos pesos dos Decisores, segundo ROC

Item	Ranking	Peso
Decisor 1 P&D	1	0,52
Decisor 2 Gerente *Packing House*	3	0,14
Decisor 3 Campo	2	0,27
Decisor 4 Adm.	4	0,06

Fonte: O autor (2020).

Tabela 10 - Matriz de consequências do Supradecisor a partir do fluxo líquido dos decisores

	Critérios			
	C1	**C2**	**C3**	**C4**
	D1 P&D	**D2 PH**	**D3 Campo**	**D4 Adm**
Objetivo	MAX	MAX	MAX	MAX
Função	Usual	Usual	Usual	Usual
Peso	0,52	0,14	0,27	0,06
Tommy	-0,15	-0,15	-0,25	-0,49
Keitt	-0,13	0,26	0,04	0,09
Kent	0,14	0,19	0,13	0,12
Palmer	0,13	-0,30	0,08	0,28

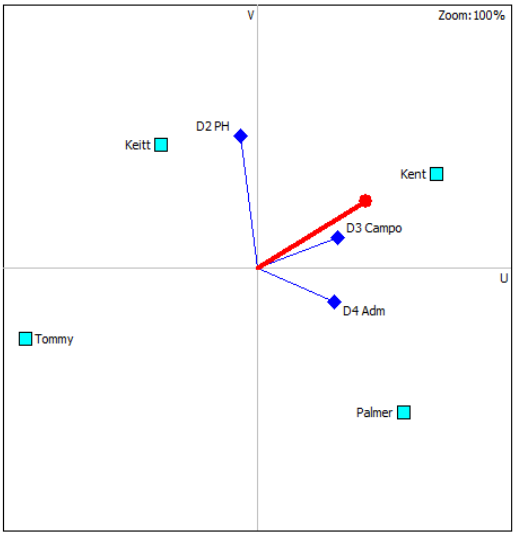
Fonte: O autor (2020).

Tal abordagem se explica a partir da diferença de desempenho das alternativas, *d = gj(a) - gj(b)*, para este caso, são os fluxos líquidos provenientes das avaliações individuais dos decisores, por consequência, são expressos na mesma unidade, variando *de -1 a 1*.

A partir da aplicação no Visual *PROMETHEE*, a Figura 15 mostra o resultado da agregação, fluxo líquido e plano *GAIA*, ilustrando que a variedade *Kent* obteve melhor resultado, seguida da *Palmer*, *Keitt* e *Tommy*.

Figura 15 - Visualização do plano *GAIA* e ranking das alternativas para o D5 Supradecisor.

D5 SUPRA	Phi	Phi+	Phi-
Kent	**0,87**	0,93	0,07
Palmer	**0,19**	0,59	0,41
Keitt	**-0,14**	0,43	0,57
Tommy	**-0,91**	0,05	0,95



Fonte: O autor (2020).

Diante do resultado mostrado na Figura 15, algumas características podem ser identificadas, o qual apresenta um índice de informação preservada de 96%. O importante não é a que distância uma opção está do eixo do critério, mas como ela se projeta na direção do eixo. É possível verificar que os decisores D3 Campo e D1 P&D estão orientados na mesma direção, o que representa uma similaridade nas preferências.

Tal condição pode ser também observado nos resultados individuais, onde ambos tiveram como resultado da priorização a alternativa *Kent*, como melhor variedade para se plantar em novas áreas. Desta forma, como D1 P&D e D3 Campo obtiveram maiores importâncias na avaliação global, esta alternativa permaneceu como prioritária na avaliação global.

Ademais, outro aspecto a ser observado é que o decisor D2 PH está posicionado aproximadamente em caráter ortogonal aos demais decisores, o que é possível inferir uma independência aos demais decisores. Isto posto, de forma geral, a modelagem do problema mediante múltiplos critérios, muniu uma linguagem comum entre os distintos decisores, mesmo em alguns critérios tendo pontos de vistas opostos ou conflitantes.

4.3.2 Análise de sensibilidade

De Almeida (2013), afirma que a análise de sensibilidade visa identificar a robustez do modelo em relação aos dados de entrada e possíveis alterações nos mesmos, a partir do

confronto dos resultados obtidos com a conclusão do modelo. Tem como objetivo, portanto, verificar o impacto que uma alteração de uma avaliação pode provocar dentro do modelo e no seu resultado.

Para constatação da robustez do modelo proposto, portanto, foi realizada a análise de sensibilidade, a partir da variação dos pesos dos critérios para cada decisor individual. Tal análise foi desenvolvida aumentando e diminuindo os pesos de determinados critérios e distribuindo essa variação de forma proporcional entre os demais. Com a auxílio do Software Visual *PROMETHEE*, esta simulação se torna clara através do módulo "*Walking Weights*".

Inicialmente, foi realizado uma proporção dos critérios, ponderando com a avaliação do D5 Supradecisor, para definir os três critérios com maior impacto na função global, sendo C7 (Demanda), C1 (Custo) e C2 (Produtividade), conforme

Tabela 11, grupos estes, que comumente são os primeiros a serem debatidos em decisões desta natureza. Em seguida estes critérios tiveram um aumento de 5% no peso da função global, o que é equivalente a 45% ao considerar os nove critérios numa distribuição de pesos igualitários, conforme variação sugerida por de Almeida (2013).

Tabela 11 - Matriz de ponderação dos critérios e decisores.

		Critérios								
	Avaliação Supra	**C1 Custo**	**C2 Produtiv.**	**C3 Shelf Life**	**C4 ºBRIX**	**C5 Refugo**	**C6 Industrial**	**C7 Demanda**	**C8 Calendário**	**C9 Aparência**
D1 P&D	0,52	0,13	0,09	0,09	0,13	0,06	0,06	0,16	0,13	0,16
D2 PH	0,06	0,00	0,06	0,11	0,00	0,22	0,28	0,06	0,22	0,06
D3 Campo	0,27	0,15	0,15	0,12	0,09	0,12	0,09	0,09	0,09	0,09
D4 Adm	0,15	0,20	0,20	0,04	0,00	0,16	0,08	0,20	0,08	0,04
Proporção		0,135	0,122	0,094	0,090	0,103	0,086	0,139	0,119	0,115

Fonte: O autor (2020).

Ao realizar o aumento de 5% nos critérios C7, C1 e C2, critérios em que a Palmer tem bons resultados, esta variedade performou melhor que a *Keitt*, exceto para o D2 PH, ficando com fluxo líquido bem próximo da *Kent*, que continuou como melhor variedade, conforme exemplificado na Tabela 12.

Tabela 12 - Fluxos individuais com acréscimo de 5% em critérios C1, C2 e C8.

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D1 P&D	1	Kent	0,23	0,62	0,38
	2	Palmer	0,19	0,58	0,39
	3	Keitt	-0,14	0,41	0,55
	4	Tommy	-0,28	0,36	0,64

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D3 CAMPO	1	Kent	0,15	0,57	0,43
	2	Palmer	0,15	0,56	0,41
	3	Keitt	0,04	0,50	0,46
	4	Tommy	-0,33	0,33	0,67

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D2 PH	1	Kent	0,23	0,59	0,36
	2	Keitt	0,17	0,53	0,36
	3	Palmer	-0,19	0,35	0,54
	4	Tommy	-0,21	0,37	0,58

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D4 ADM	1	Palmer	0,45	0,72	0,27
	2	Kent	0,13	0,57	0,43
	3	Keitt	0,02	0,50	0,48
	4	Tommy	-0,60	0,20	0,80

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D5 SUPRA	1	Kent	0,25	0,27	0,02
	2	Palmer	0,24	0,28	0,04
	3	Keitt	-0,01	0,13	0,15
	4	Tommy	-0,47	0,00	0,47

Fonte: O autor (2020)..

Posteriormente, foi realizada a análise de sensibilidade diminuindo os pesos dos mesmos critérios em 5%, com resultados dos fluxos líquidos mostrados na Tabela 13.

Tabela 13 - Fluxos individuais com diminuição de 5% em critérios C1, C2 e C8.

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D1 P&D	1	Kent	0,28	0,64	0,36
	2	Tommy	0,01	0,50	0,50
	3	Keitt	-0,13	0,41	0,54
	4	Palmer	-0,17	0,39	0,56

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D3 CAMPO	1	Kent	0,18	0,59	0,41
	2	Keitt	0,09	0,52	0,43
	3	Tommy	-0,13	0,44	0,56
	4	Palmer	-0,14	0,41	0,54

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D2 PH	1	Kent	0,32	0,62	0,30
	2	Keitt	0,21	0,61	0,39
	3	Tommy	-0,10	0,45	0,55
	4	Palmer	-0,44	0,24	0,68

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D4 ADM	1	Keitt	0,17	0,57	0,40
	2	Kent	0,16	0,58	0,42
	3	Palmer	0,06	0,51	0,45
	4	Tommy	-0,39	0,31	0,69

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D5 SUPRA	1	Kent	0,31	0,31	0,00
	2	Keitt	0,06	0,14	0,08
	3	Tommy	-0,17	0,06	0,23
	4	Palmer	-0,20	0,03	0,23

Fonte: Esta pesquisa (2020).

Com a variação negativa a cultivar *Palmer* obteve resultados piores, quando comparada aos resultados apresentados na Figura 14, para todos os fluxos individuais. Este comportamento era esperado, haja vista que a Palmer tem bons resultados no tocante aos critérios considerados na análise de sensibilidade. Ou seja, ao diminuir a importância do Custo, Produtividade e Demanda, a variedade *Tommy*, por exemplo, que esteve como pior opção, apareceu como

segunda alternativa para D1 P&D. Todavia, mesmo considerando as reduções, a *Kent* permaneceu como melhor variedade.

Em seguida, realizou-se a análise de sensibilidade, variando os pesos dos decisores, utilizando a problemática do D5 Supradecisor, um cenário considerando pesos igualitários, e outro uma variação de 10% para D2 PH e D4 Adm., cujos resultados ilustrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Fluxos globais para pesos iguais e aumento de 10% em D2 PH e D4 Adm.

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D5 SUPRA Iguais	1	Kent	0,50	0,75	0,25
	2	Keitt	0,33	0,67	0,33
	3	Palmer	0,00	0,50	0,50
	4	Tommy	-0,83	0,08	0,92

	Rank	Variedade	Phi	Phi+	Phi-
D5 SUPRA +10%	1	Kent	0,53	0,77	0,23
	2	Keitt	0,24	0,62	0,38
	3	Palmer	0,08	0,54	0,46
	4	Tommy	-0,85	0,07	0,93

Fonte: O autor (2020).

Deste modo, a ordem das variedades não teve alteração, permanecendo a *Kent* ainda como melhor cultivar a ser considerada em novas áreas, não influenciando, portanto, no resultado final. Ou seja, mediante as análises de sensibilidade, é possível afirmar que o modelo é robusto.

4.3.3 Impactos gerenciais do modelo

Tendo em vista o atual modelo de decisão estratégico da empresa, "de cima para baixo", a abordagem de decisão em grupo, possibilitou uma abertura de canal de comunicação entre os variados atores táticos da empresa. Inicialmente se acreditava que só existiria o consenso se a unanimidade fosse alcançada. Todavia, com o desenvolvimento dos debates e pontos de vista, o objetivo não foi de unanimidade, mas sim um acordo, em que todos os participantes acreditam estar obtendo a melhor solução para o grupo.

Quando os decisores possuem opiniões convergentes, ou seja, respostas próximas, o resultado global é fluído e se aproxima de um consenso, porém, em casos de divergência, o resultado tem um valor pouco representativo da opinião do grupo. Sendo assim, foi necessário propor mecanismos que minimizem o desconforto gerado por cenários discordantes, bem como a partir do modelo proposto, a complexidade matemática foi baixa, viabilizando o consenso entre os decisores.

Após delineamento das preferências individuais dos decisores, o mesmo modelo pôde ser reformulado para atender a outras problemáticas da empresa, diluindo a responsabilidade e viés das decisões do Supradecisor, além de fomentar análises e apoio para uma decisão

estruturada, gerando, portanto, significativo impacto no delineamento do planejamento estratégico.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve como principal objetivo apresentar o modelo de decisão em grupo, que atenda a problemática de escolha de qual variedade plantar em novos investimentos. O modelo foi desenvolvido a partir de três fases, sendo cada estágio detalhado. Para tanto, foram desenvolvidos quatro modelos de decisão multicritério individuais, considerando nove critérios e quatro alternativas, utilizando o *PROMETHEE II* e *PROMETHEE GAIA*.

Logo após, os decisores foram agregados, a partir dos fluxos individuais, e uma nova problemática considerada, com a figura do Supradecisor, ponderando o peso de cada decisor na função global.

O modelo mostrou que existe conflitos entre os decisores, em que para alguns critérios, não há importância, bem como, também é possível observar uma sinergia entre alguns decisores. Desta forma, o modelo desenvolvido cobriu boa parte do organograma estratégico da empresa, em que por requerer e gerar informações significativas, o modelo demonstrou ser uma importante ferramenta de apoio organizacional, trazendo à superfície pontos de convergência e divergência de opinião, além de oferecer apoio a tomada de decisão.

O modelo foi testado por duas análises de sensibilidade. A primeira, alterando os pesos dos três principais critérios da função global, C7 (Demanda), C1 (Custo) e C2 (Produtividade), utilizando um acréscimo de 5% e após, outra simulação com redução de 5%. Em ambos os casos, mesmo sofrendo alterações nas ordens de algumas variedades nos *rankings* individuais, a *Kent* permaneceu como melhor variedade. A segunda, simulando dois cenários na agregação do grupo, um utilizando pesos igualitários para todos os decisores, outro considerando aumentar o peso dos decisores com menor peso, definido pelo Supradecisor, em 10%, deixando-os como os mais importantes. Em ambos os casos a *Kent* também permaneceu como melhor variedade na função global. Isto posto, o modelo apresentado demonstrou significativa robustez.

Ademais, o modelo demonstrou ser robusto, quando considerados os testes realizados na análise de sensibilidade, estando associada a aspectos subjetivos e aspectos que podem ser adaptados de acordo com a realidade de outros cenários, principalmente na construção dos critérios de avaliação dos decisores.

Neste trabalho, todas as etapas foram construídas com interação com a organização, objeto do estudo de caso, todavia, a construção do modelo foi baseada na revisão da literatura.

Permitindo assim, que o modelo possa ser replicado em qualquer problemática envolvendo escolhas de cultivar de manga, ou adaptando-se ao contexto de qualquer outra cultura.

5 CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões decorrentes do desenvolvimento desse estudo, assim como as contribuições gerenciais, limitações e sugestões para futuros trabalhos.

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho propôs um modelo de decisão em grupo para avaliação de qual variedade de manga plantar em novas fazendas. A pesquisa buscou sustentação em bases científicas que deram suporte à identificação de pressupostos que foram contemplados na construção do modelo de decisão em grupo. Também foi realizada uma pesquisa de campo, com base em entrevistas com os decisores para contextualizar o ambiente e compreender o problema de decisão na empresa estudada. Dessa forma, os estudos das bases teóricas e a pesquisa de campo deram suporte para o desenvolvimento do modelo de decisão proposto.

Considerando a perspectiva do agronegócio, o modelo foi construído considerando em sua estrutura a participação de representantes das áreas estratégicas, sendo os líderes do organograma da empresa, como interessados, complementando a lacuna verificada na prática, quando considerado um ambiente decisório, comumente simplório, baseado apenas no aspecto técnico.

Desta forma, para auxiliar os decisores nesse processo de planejamento, o modelo seguiu três fases: *a)* geração de alternativas e critérios; *b)* avaliação individual de cada decisor; e por fim, *c)* avaliação global do grupo.

A definição do problema com as alternativas adequadas, e definido o papel e importância de cada decisor, juntamente com os objetivos do processo decisório, dentre as demais características podem influenciar categoricamente a qualidade de uma decisão. Para tanto, o problema foi devidamente discutido em reuniões estratégicas, envolvendo todos os atores, com a presença do facilitador, em que todos foram incentivados a expor seus conhecimentos e pontos de vista, enriquecendo o processo com informações relevantes. À vista disso, os desafios que poderiam comprometer a qualidade do modelo puderam ser controlados.

Munidos de informações, os decisores foram capazes de ordenar as alternativas, sobre nove diferentes critérios. O modelo estabelecido fundamentou-se do método *PHOMETHEE II* para ordenação das alternativas, em que a avaliação das alternativas foi incorporada a análise de cada critério, utilizando uma escala verbal normalizada. Assim, o método permitiu a visualização da ordem a preferência das alternativas, para cada decisor, bem como posicionamento numérico da posição de cada cultivar, através de um *ranking*.

O processo de agregação das preferências dos decisores foi realizado a partir da avaliação do Supradecisor, diretor presidente da empresa, em que os fluxos líquidos individuais dos quatro decisores foram agregados por critério e, posteriormente, o Supradecisor, estabeleceu o peso de cada decisor, mediante apoio do PHOMETHEE-ROC. Desta forma, permitiu a ordenação final das alternativas, identificando a função global, resultando na Kent como variedade prioritária.

O Modelo, foi proposto e aplicado como suporte no planejamento estratégico no agronegócio, especificamente, na cultura da manga. No entanto, sua estrutura permite a aplicação em outras culturas.

Quando observado o universo do agronegócio, estratificando para agricultura, ainda permanecem estruturas de gestão amarradas em análises superficiais e tomadas de decisão sem fundamentação. O mais importante, é desenvolver dentro das empresas uma nova cultura, baseada em produzir com qualidade e que permeie a motivação e colaboração de todos os envolvidos, objetivando melhorias de todo o processo. É essa nova cultura organizacional que irá propiciar condições necessárias para extrair ao máximo toda a potencialidade das ferramentas de apoio a decisão, para, então, atuarem como diferencial competitivo para a empresa.

Deste modo, conclui-se que o modelo desenvolvido possibilitou a sistematização do processo de tomada de decisão, fomentando uma decisão estruturada para um problema gerencial, integrando conceitos de cultura e gestão organizacional. Ademais, é viável aplicar o modelo em outros tipos de culturas do agronegócio, não restrito à fruticultura, ou processos que envolvam tomadas de decisões gerenciais.

5.2 IMPACTOS DA PESQUISA

Dentro do cenário em que a pesquisa foi desenvolvida a sua implantação agregou, em primeiro lugar a visualização de alternativas em uma representação vetorial e a possibilidade de utilizar técnicas matemáticas para apoiar a tomada de decisão; a segunda contribuição foi o nivelamento dos conceitos de decisão em grupo e do levantamento de uma alternativa ideal.

No tocante a metodologia multicritério, o modelo mostrou-se uma importante ferramenta para a gestão organizacional, principalmente com apoio à decisão. Possibilitou a análise de dados de fontes diferentes, incorporando além do critérios técnicos, também os financeiros e ambientais, e apresentou de forma clara os objetivos de cada decisor.

Em relação ao estudo de caso onde o modelo foi aplicado, foi identificado a contribuição no planejamento estratégico, através da percepção dos decisores e gerentes da empresa, que consideraram o modelo de fácil aplicação e eficiente para a solução de problemas gerenciais.

Além disso foi possível obter benefícios no que tange a alocação de recursos, em que esta ocorreria dentro de um cenário apenas técnico, ao invés de ser baseado numa análise multicritério, possibilitando, assim, uma maior eficácia e eficiência dos recursos da empresa, além de aumentar significativamente a transparência e cumplicidade da equipe, que certamente, agregará para futuras tomadas de decisão em grupo.

No tocante aos impactos socioambientais, a empresa possui significativa importância na região, sendo uma das maiores geradoras de empregos, bem como, mantém constante preocupação em crescer de forma sustentável. Portanto, esta pesquisa, a partir do fomento de apoio a decisão, também permite o suporte para um desenvolvimento do negócio e de todo o seu entorno.

5.3 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES

Dentro dos objetivos deste trabalho as principais limitações se referem a amplitude da pesquisa, no tocante ao volume de recursos e informações que circulam a agricultura, alguns critérios não puderam ser mensurados e analisados.

Outro ponto significativo foi a inexistência de dados a respeito de variedades promissoras, a exemplo das variedades israelenses, impossibilitando de colocá-las no modelo para avaliação de viabilidade.

Cabe ressaltar que o tempo despendido no processo até a avaliação de qual variedade de manga plantar em novas fazendas é muito menor do que a duração do tempo para a sua implementação. Supõe-se que as decisões sejam estáveis, pelo menos até que a ação escolhida seja implementada, todavia, para essa problemática, podem ocorrer mudanças antes da conclusão do processo de implantação.

5.4 SUGESTÕES E TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se:

- A aplicação do modelo desenvolvido em outros tipos de cultura ou agronegócio;
- Incorporar ao modelo a utilização de outros métodos de agregação de preferências, com o propósito de comparar os resultados obtidos;
- Aplicar o modelo em uma cooperativa, haja vista que teria menos influência de uma estrutura organizacional hierárquica;

- Incorporar variedades israelenses ao modelo;
- Utilizar simulações de Monte Carlo para exaurir a robustez do modelo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. M.; CAUSIL, O. M. M.; MORAIS, D. C. Apoio a decisão sobre investimento na indústria vinícola. **Anais...** XXXIX ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Santos, SP, Brasil, 2019.

ARAÚJO, A. M.; DA SILVA, A. L. C. L.; MORAIS, D. C.; COSTA, A. P. C. S. Escolha de cultura de manga com apoio do método fitradeoff. **Anais...** LI SBPO – Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Limeira, SP, Brasil, 2019.

ARAÚJO, A. M. MORAIS, D. C. Modelo de decisão em grupo para apoio a escolha de variedade de manga em novas fazendas. **Anais...** INSID – Innovation for Systems Information and Decision Meeting, Natal, RN, Brasil, 2019.

DE ALMEIDA, A. T. **O Conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio à decisão.** 2 ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011.

ASCHENBERGER. Relatório de exportação. Disponível em: <www.aschenberger.com.br>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

BARRON, F.H. Selecting a best multiattribute alternative with partial information about attribute weights. **Acta Psychologica**, 80, 91-103, 1992.

BEN-ARIEH, D.; EASTON, T. Multi-criteria group consensus under linear cost opinion elasticity. **Decision Support Systems**, v. 43, nº 3, p. 713-721, 2007.

BERGEZ, J. E.; COLBACH, 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 of Agronomy**, Amsterdam, NL, v. 32, p. 3-9, 2010.

BRANS, J.P.; MARESCHAL, B. PROMCALC & *GAIA*: A new decision support system for multicriteria decision aid. **Decision Support Systems**, 12, 297-310, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA; Secretária de Política Agrícola – SPA; Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA. **Cadeias Produtiva de Frutas**. In: Série Agronegócio. Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores). – Brasília, 2007. 102 p.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: Vantagens e Desafios. **Revista Econômica do Nordeste**. Vol. 40, nº 01, 2009.

CABRERIZO, F.J.; AL-HMOUZ, R.; MORFEQ, A.; BALAMASH, A.S; MARTÍNEZ, M.A. HERRERA-VIEDMA, E. Soft consensus measures in group decision making using unbalanced fuzzy linguistic information. **Soft Computing**, 21(11):3037–3050, 2017.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. **Revista Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 2. p. 279-296, 2005.

CEPEA. Manga/CEPEA: **Com bons resultados, produtores devem aumentar investimentos**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/manga-cepea-com-bons-resultados-produtores-devem-aumentar-investimentos.aspx> Acesso em: 28 abril de 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHEN, M. Y.; HUANG, M. J; CHENG, Y. Measuring knowledge management performance using a competitive perspective: An empirical study. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 4, p. 8449-8459, 2009.

COMEX STAT. **Estatísticas do Comércio Exterior**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/> Acesso em: 29 de abril de 2019.

DE ALMEIDA, A. T. (2013). **Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério**, 1a Edição. Editora Atlas, São Paulo.

DE LIMA, R. F.; DE ALMEIDA, G. V. B.; PEREIRA, A. F. C.; DE ARAUJO JUNIOR, J. N. Análise do Mercado de manga produzida no Vale do São Francisco: Cenário atual e perspectivas para o curto prazo. **XIII Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural - sober nordeste**. 2018.

DEL MORAL, M. J.; TAPIA, J.M.; CHICLANA, F.; HERRERA-VIEDMA, E. A comparative study on consensus measures in group decision making. **International Journal of Intelligent Systems**, Doi: 10.1002/int.21954, 2018.

DIAS, L.; CLIMACO, J. ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values. **Group decision and negotiation**, v. 9, p. 355-377, 2000.

DIAS, L.; CLIMACO, J. Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: a methodology and a GDSS architecture. **European Journal of Operational Research**, 160, 291-307, 2005.

DUMLER, M. P.; SKINNER, S. J. **Primer for management**. 2 ed. South-Western College Pub, 2007.

EBENEZER, A. J.; PAULA, A. M.; ALLO, T. Risk and Investment Decision Making in the Technological Age: A Dialysis of Cyber Fraud Complication in Nigeria. **International Journal of Cyber Criminology**, v. 10, n. 1, 2016.

FAVERO, L. A. **A Cultura da Manga no São Francisco**: Posicionamento, Limites, Oportunidades e Ações Estratégicas. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 232p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOTSTAT**. Disponível em: < http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em 29 de abril de 2019.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção:** um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.
GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2014.

IBGE, Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil> Acesso em: 20 de maio de 2019.

KEENEY, R. L. **Value-Focused thinking**: A path to creative decision making. Harvard University Press, 1992.

_____; RAIFFA, H. **Decision with multiple objectives**: preferences and value tradeoffs. New York: Wiley, 1976.

KNIGTH, J.; JOHNSON, J. Aggregation and deliberation: On the possibility of Democratic legitimacy. **Political Theory**, v. 22, nº 2, p. 277-296, 1994.

LEYVA-LÓPEZ, J. C., FERNÁNDEZ-GONZÁLES, E. A new Method of Group Decision Support Based on ELECTRE III Methodology. **European Journal of Operational Research**, 148(1), 14-27. 2003.

LIMA, M. A. C.; SA, I. B.; KIILL, L. H. P.; ARAUJO, J. L. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S.; SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SILVA, A. S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco:** uva de mesa e manga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

LOYCE, C.; WERY, J. Les outils dês agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture. In: DORÉ, T.; BAIL, M. L.; MARTIN, P.; NEY, B.; ROGER-STRADE, J. (Coord.). **L'agronomie aujord'hui**. Paris: Quae, 2006. p. 77-95.

MACHARIS C., BRANS J.P., MARECHAL B. The GDSS PROMETHEE Procedure**.** **Journal of Decision Systems**. Volume 7, 283-307. 1998.

MARECHAL, B.; BRANS, J.P. Geometrical representation for MCDM, the *GAIA* procedure. **European Journal of Operational Research**, 34, 69-77. 1988.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A.T.; Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 3, p. 567-584, 2006.

MORAIS, D.C.; DE ALMEIDA, A.T.; ALENCAR, L.H.; CLEMENTE, T.R.N.; CAVALCANTI, C.Z.B. PROMETHEE-ROC Model for Assessing the Readiness of Technology for Generating Energy. **Mathematical Problems in Engineering** (Online), p. 1-11. 2015.

MUKHERJEE, SK. **The mango**: its botany, cultivation, uses and future improvements, especially as observed in India. Botany 7:130-162. 1953.

MUNDA, G. **Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy**. Berlin: Springer-Verlag, 2008.
OLIVEIRA, A. R. D. et al. **Cultivo da mangueira**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. 111p

PÉREZ, I.J.; CABRERIZO, F.J.; ALONSO, S.; HERRERA-VIEDMA, E. A new consensus model for group decision making problems with non homogeneous experts. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems**, 44(4):494–498, 2014

RAMOS, S.F. (2013). Uso do território no Vale do São Francisco: sistema técnico agrícola da fruticultura irrigada. *GEOUSP* – **Espaço e Tempo**, 34: 62-81. Roy, B. (1996) Multicriteria methodology for decision aiding. Kluwer Academi Publishers.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1996. University Press, Cambridge, MA.

ROY, B. Paradigms and Challenges In: **Multiple Criteria Decision Analysis:** State Of The Art Surveys. Springer Science + Business Media, Inc., 2005.

SALO, A.; HAMALAINEN, R. P. Multicriteria decision analysis in group decision processes. In: KILGOUR, M.; EDEN, C. (Ed.) **Handbook of group decision and negotiation**: advances in group decision and negotiation 4. London: Springer Science, 2010.

SILVA FILHO, J. L; MORAIS, D. C. International Journal of Uncertainty, **Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, v. 26, No. 02, pp. 233-254, 2018.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de operações**. Tradução Sandra de Oliveira. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SOUSA, M. A.; DOWSLEY, B. S.; DE ALMEIDA, A. T. Um problema multicritério de seleção de fornecedores com modelo de agregação aditivo. In **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. - São Paulo: Atlas, 2016.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Bruxelles: Wiley,1992.

WU, W.; KOU, G. A group consensus model for evaluating real estate investment alternatives. **Financial Innovation**, v. 2, n. 8, p. 1-10, 2016.

XAVIER, J. H.V.; GOMES, M. C.; DOS ANJOS, F. S.; DE ALMEIDA, S. C. R.; DE OLIVEIRA, M. N.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; MULLER, A. G. Metodologia multicritério de apoio à decisão como ferramenta para avaliação de sistemas de cultivo de milho. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 89-131, 2012.

YIN, R. **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. 2ª edição.

YOUNG, H. P. **Negotiation analysis.** Michigan: The University of Michigan Press, 1991.