

RODRIGO DENDA ODA

Classificação multicritério de distritos de vendas de agronegócio

Guaratinguetá - SP
2018

Rodrigo Denda Oda

Classificação multicritério de distritos de vendas de agronegócio

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação de curso de Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Arminda Campos

Guaratinguetá - SP
2018

O22c	Oda, Rodrigo Classificação multicritério de distritos de vendas de agronegócio / Rodrigo Oda – Guaratinguetá, 2018. 44 f : il. Bibliografia: f. 45-47 Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientadora: Profª. Drª. Arminda Eugenia Marques Campos 1. Concreto armado. 2. Patologia. 3. Fibras de carbono. I. Título. CDU 624.012.45
------	---

Luciana Máximo

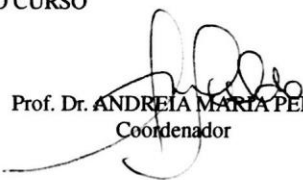
Bibliotecária CRB-8/3595

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

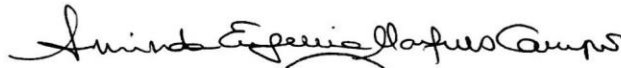
RODRIGO DENDA ODA

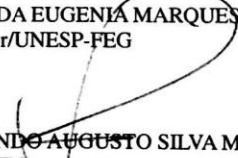
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
NOME DO CURSO


Prof. Dr. ANDREIA MARIA PEDRO SALGADO
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. ARMINDA EUGENIA MARQUES CAMPOS
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
UNESP-FEG


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
UNESP-FEG

Dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à minha família, que me deu todo o suporte e incentivos para meus estudos e sempre me apoiaram nas minhas decisões;

aos meus amigos da *República Ama-Zonas*, que são minha segunda família, fizeram parte de toda minha graduação e me ajudaram muito nessa conquista;

à minha orientadora, *Prof. Dr. Armanda Eugenia Marques Campos* que me deu todo o suporte acadêmico neste trabalho. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível;

aos professores da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá pela dedicação no nosso aprendizado e formação.

RESUMO

Os métodos de decisão multicritério vêm proporcionando inúmeros benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento em diversas empresas. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de critérios e procedimentos para classificar, por complexidade, os distritos de vendas de uma empresa multinacional do setor do agronegócio, de forma a alocar a cada distrito recursos humanos com experiência profissional compatível com as necessidades ali presentes. A escolha do conjunto de indicadores que permitirá caracterizar a complexidade na gestão das operações de vendas foi feita com envolvimento dos gestores. A classificação foi obtida por meio da análise multicritério utilizando o método AHP. O principal resultado obtido é uma proposta contendo os indicadores e o índice, todos os procedimentos para mensurá-los periodicamente e comunicar os resultados, já testada, a ser validada com os gestores.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de distritos de vendas. Análise Multicritério. Método AHP.

ABSTRACT

Multi-criteria decision methods have provided numerous benefits for solving planning and management problems in several companies. The present work aims to develop a system of criteria and procedures to classify, by complexity, the sales districts of a multinational company of the agribusiness sector, in order to allocate to each district human resources with professional experience compatible with the necessities present there. The choice of the set of indicators that will allow to characterize the complexity in the management of the sales operations was made with the involvement of the managers. Classification was obtained through multi-criteria analysis using the AHP (*Analytic Hierarchy Process*) method. The main result obtained is a proposal containing the indicators and the index, all the procedures to measure them periodically and communicate the results, already tested, to be validated with the managers.

KEYWORDS: Management of sales districts. Multi-criteria Analysis. AHP method.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico de publicações por ano.....	13
Figura 2 – Gráfico do número de citações por ano	13
Figura 3 – Mapa bibliométrico	14
Figura 4 – Relações do termo AHP	15
Figura 5 – Classificação dos métodos	17
Figura 6 – Sigla de alguns métodos de decisão multicritério	17
Figura 7 – Exemplo de estrutura hierárquica	21
Quadro 1 – Classificações da pesquisa.....	24
Figura 8 – Fluxo metodológico da pesquisa	25
Figura 9 – Árvore hierárquica	27
Quadro 2 – Critérios que não foram escolhidos pelos <i>experts</i> com os motivos alegados	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais métodos multicritério	13
Tabela 2 – Escala Fundamental	17
Tabela 3 – Índice randômico	17
Tabela 4 – Matriz de comparação entre critérios	22
Tabela 5 – Vetor de priorização entre critérios	23
Tabela 6 – Valores para Market share (%).....	25
Tabela 7 – Valores para quantidade de pontos de venda	26
Tabela 8 – Valores para quantidade de sacos vendidos	27
Tabela 9 – Matriz de decisão	28
Tabela 10 – Ordem decrescente dos valores de decisão	29
Tabela 11 – Índice sugerido.....	30
Tabela 12 – Comparação de resultados	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
AMD	Apoio Multicritério à Decisão
ANP	Analytic Network Process
BOCR	Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos
DEA	Análise Envoltória de Dados
ELECTRE	Elimination and Choice Expressing Reality
FDA	Fuzzy Decision Approach
MACBETH	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MCDM	Multiple Criteria Decision Making
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

LISTA DE SÍMBOLOS

A	matriz de comparação
CI	Índice de consistência
CR	Consistency Ratio
n	número de itens da matriz
w	autovetor de A
λ	maior autovalor de A

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	APRESENTAÇÃO.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.3	JUSTIFICATIVAS	13
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	INTRODUÇÃO A MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO..	16
2.2	DESCRIÇÃO DO MÉTODO A SER UTILIZADO.....	18
2.3	CASOS UTILIZADOS E RESULTADOS	20
2.4	ESTRUTURA DO MÉTODO AHP.....	21
3	MÉTODO DE PESQUISA	24
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	24
3.2	COLETA DE DADOS E FLUXO METODOLÓGICO	24
4	RESULTADOS	26
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	26
4.2	APLICAÇÃO DO MODELO	26
4.2.1	Objetivo da análise	26
4.2.2	Definição dos critérios.....	27
4.2.3	Avaliação da importância relativa	27
4.2.4	Consistência dos dados.....	29
4.2.5	Definição das alternativas.....	30
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	37
5	CONCLUSÃO.....	37
5	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	37
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O trabalho de vendas de suprimentos no segmento do agronegócio pode ser bastante complexo, por envolver deslocamentos por grandes distâncias para atender os clientes, o que exige planejamento de rotas e de tempos. Além disso, o vendedor precisa fornecer informações técnicas, utilizar habilidades de negociação e de gerenciamento de contas.

Na empresa sob estudo, verificou-se a necessidade de contar com uma ferramenta que permita classificar os distritos de vendas, em que são divididas as regiões atendidas por seus vendedores. A necessidade de classificar os distritos deve-se à importância de alocar corretamente os recursos humanos da empresa, de forma a aliar as competências dos funcionários com os requisitos das localidades que correspondem aos distritos. Para auxiliar no problema de tomada de decisão quanto a essa alocação, pensou-se em estabelecer um sistema de indicadores e procedimentos que permita a classificação dos distritos de vendas por meio de análise multicritério. Esse tipo de análise fornece as ferramentas para os tomadores de decisão que lhe permitem solucionar problemas considerando vários critérios que podem ser contraditórios ou não comparáveis (ALARCÓN, 2014).

A tomada de decisão multicritério é um ramo da pesquisa operacional que busca encontrar resultados ótimos em cenários complexos, incluindo vários indicadores, objetivos e critérios conflitantes (KUMAR et al., 2017). Seu objetivo é auxiliar os tomadores de decisão quando várias alternativas são avaliadas por critérios múltiplos, que muitas vezes são conflitantes (GONÇALVES; MACHADO, 2015).

A classificação e seleção de alternativas podem ser consideradas como os principais objetivos dos métodos de decisão multicritério, que tipicamente são suporte para as tomadas de decisão em processos iterativos nos quais formulações matemáticas são utilizadas (GRAÇA; CAMARINHA-MATOS, 2016). Os modelos mais conhecidos são: ELECTRE, PROMETHEE, AHP, DEA.

Segundo Salomon (2017) o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) tem sido o método mais utilizado nos últimos anos, seguido pelo DEA. Além disso, observou-se uma tendência de combinação de dois ou mais métodos.

De acordo com Guglielmetti et. al (2003), os métodos MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*) diferem entre si segundo a maneira pela qual os múltiplos critérios são operacionalizados. Em cada método existem diferentes propriedades com respeito aos seguintes fatores:

- modo de julgar os critérios;

- obtenção de pesos (importância, preferência ou possibilidade) dos critérios ou alternativas;
- tratamento dos pesos para obter o desempenho (prioridade) global das alternativas.

Devido à complexidade nas tomadas de decisões, muitos trabalhos têm utilizado a combinação de duas ou mais técnicas para construírem seus modelos. De acordo com Alencar (2012) 43% das publicações analisadas em seu artigo apresentaram uma modelagem constituída por mais de um método.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho traz como questão de pesquisa determinar a possibilidade de utilizar o método AHP para classificar por complexidade os distritos de vendas em empresa do setor agrícola e biotecnológico e alinhar com as tomadas de decisões dos gestores.

O objetivo deste trabalho é propor um conjunto de indicadores e de procedimentos para classificar distritos de vendas da empresa estudada.

Os objetivos específicos são:

- Identificação das necessidades quanto a tomada de decisão que o sistema de indicadores de classificação atenderá.
- Proposição de sistema de indicadores e procedimentos de classificação em versão preliminar, a ser posteriormente submetida à avaliação de gestores da área em questão

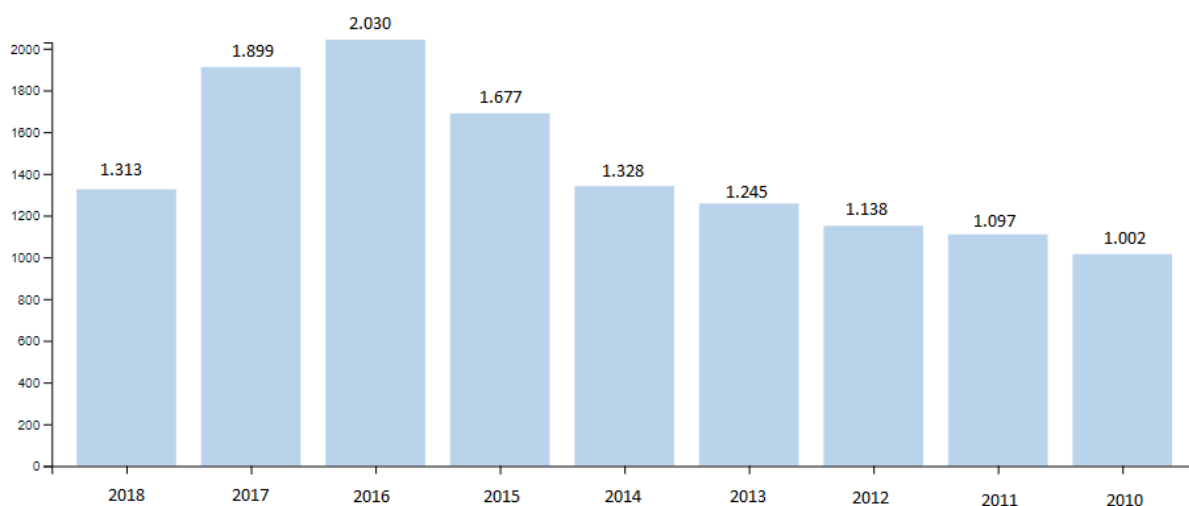
1.3 JUSTIFICATIVA

O estabelecimento de procedimentos formalizados, obtidos por meio de análise multicritério, para classificar os distritos de vendas da empresa possibilitará classificar esses distritos com base em processos e critérios claros e fixos, não em ideias preconcebidas e em procedimentos diversos a cada momento. A maior contribuição do trabalho para a empresa é a de estabelecer um processo que possibilite parear os distritos com os representantes de vendas com melhores condições de neles trabalharem, melhorando a produtividade desses representantes.

Essa contribuição à empresa poderá ainda ser auxiliar outras empresas, com situações similares, uma vez que a reflexão sobre a proposição a ser elaborada terá a forma de um trabalho acadêmico, de caráter público.

Em termos acadêmicos, essa reflexão será uma contribuição para o campo da Engenharia de Produção, num tema que tem se mantido de interesse, como a Figura 1 indica, ao apresentar o número de artigos publicados, por ano, sobre o tema “AHP”, encontrados na base de dados *Web of Science* (www.webofknowledge.com).

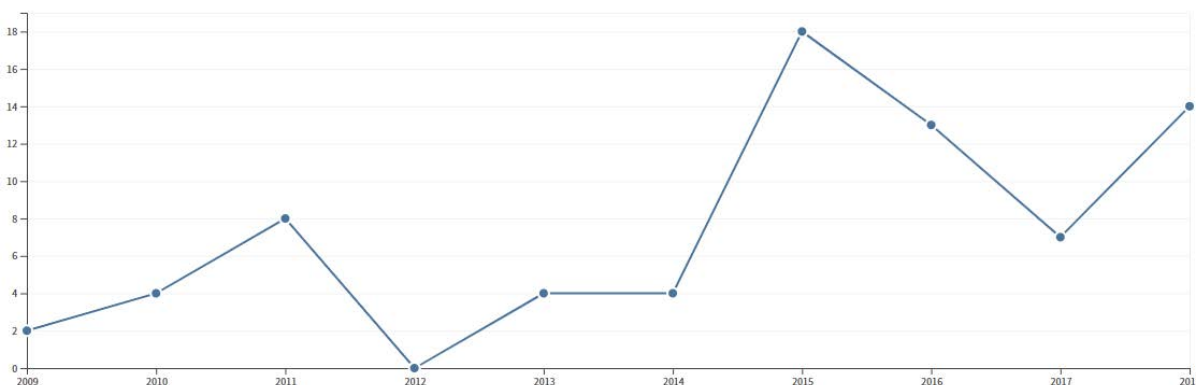
Figura 1 – Artigos publicados por ano



Fonte: *Web of Science* (2018)

Para realizar a análise bibliométrica, pesquisou-se na base do *Web of Science* os tópicos “AHP” and “Agribusiness” resultando em apenas 8 registros. A Figura 2 apresenta o número de citações por ano dessas publicações. É possível notar que o maior número de citações ocorreu em anos mais recentes, indicando que os temas são atuais.

Figura 2 – Gráfico do número de citações por ano

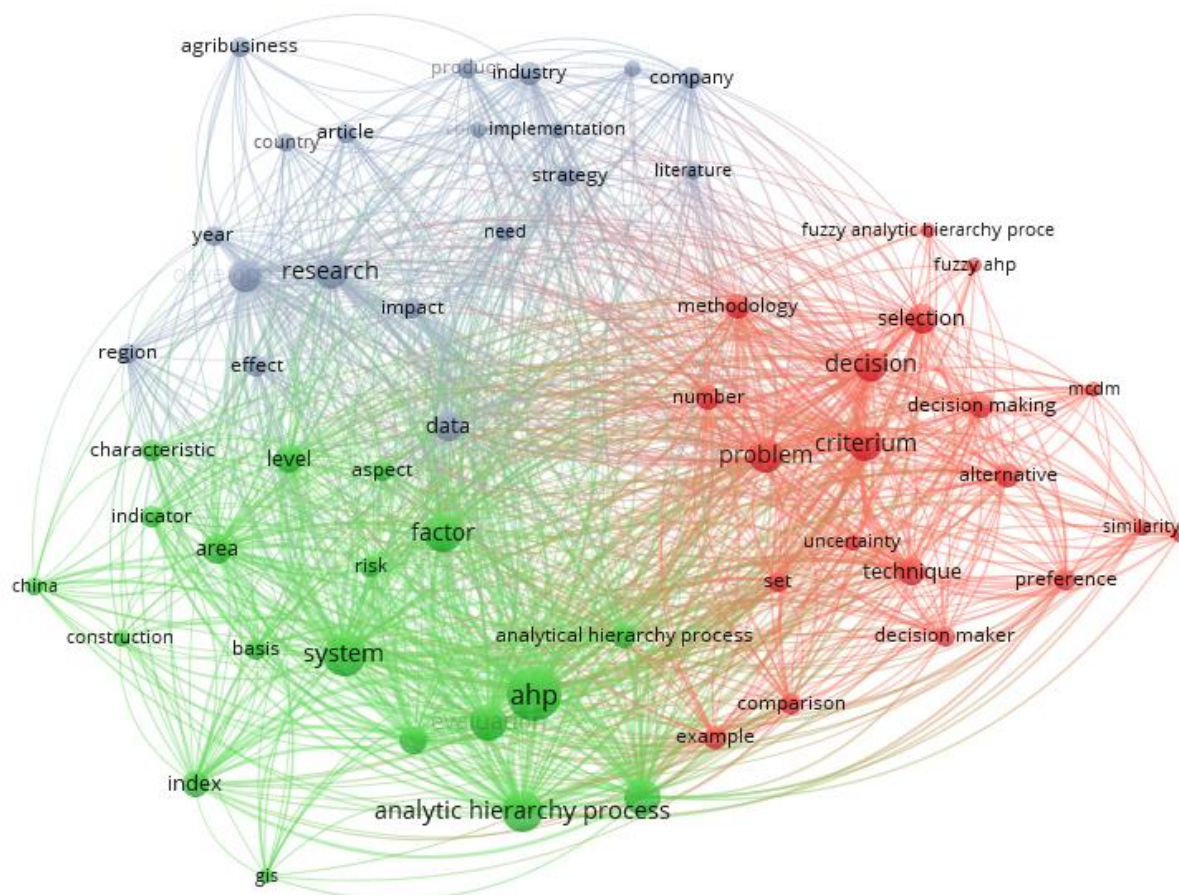


Fonte: *Web of Science* (2018)

Ao pesquisar na base de dados do *Web of Science* os termos “AHP” or “Agribusiness”, encontrou-se 14.763 registros. Para analisar a correlação entre os temas deste trabalho, utilizou-se o *software VOSViewer*, ferramenta destinada à elaboração de mapas bibliométricos com base na metodologia VOS, utilizando dados de plataformas digitais.

Determinou-se que o número mínimo de 500 ocorrências deve ser considerado para calcular o *score* de relevância dos termos. A Figura 3 mostra o mapa bibliométrico obtido.

Figura 3 – Mapa bibliométrico



Fonte: *Web of Science* e *VOSViewer* (2018)

A Figura 3 apresenta os principais termos em títulos e resumos da base de dados dos temas deste trabalho. Quanto maior a esfera de cada termo, maior o número de ocorrências. Além disso, as linhas representam as conexões entre cada tópico e a distância entre eles representa a correlação. A cor verde representa maior relevância, seguida pela vermelha e, por fim, a azul indica menor relevância dos termos. É possível notar que há grande relevância para os termos “AHP” e “Analytic hierarchy process” e baixa relevância para o termo “Agribusiness”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial foi dividido em três seções. A primeira é uma introdução aos métodos multicritérios de apoio à decisão (MCMD) que aborda sua importância, os diferentes métodos existentes e os mais utilizados. A segunda seção descreve o método utilizado neste trabalho. A terceira está dedicada a exemplificar com casos em que este método foi utilizado e quais os resultados obtidos.

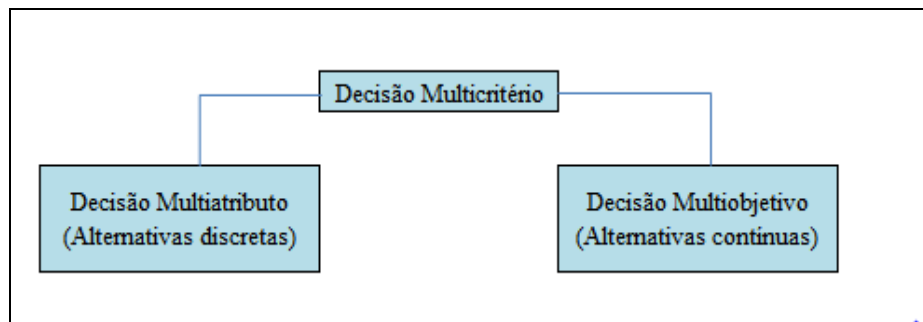
2.1 INTRODUÇÃO A MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

Os métodos multicritérios começaram a surgir e ganhar força na década de 1970. Antes disso, os métodos de otimização, que apoiavam o processo de tomada de decisão, estavam baseados em equações matemáticas e programações e tinham como meta encontrar solução para apenas uma função objetivo (MOREIRA, 2007). A forma de avaliação pela otimização clássica não conseguia aliar todos os critérios em uma única resposta (GOMES et al., 2004).

Diante da necessidade de analisar os problemas sobre diferentes perspectivas, estudando todos os critérios de forma conjunta, e podendo levar em consideração critérios subjetivos surgiram os métodos multicritérios de apoio à decisão. Segundo Cavalcante e Almeida (2005), esse novo método procura fornecer soluções para múltiplas alternativas em função de diferentes critérios, que na maioria dos casos são conflitantes.

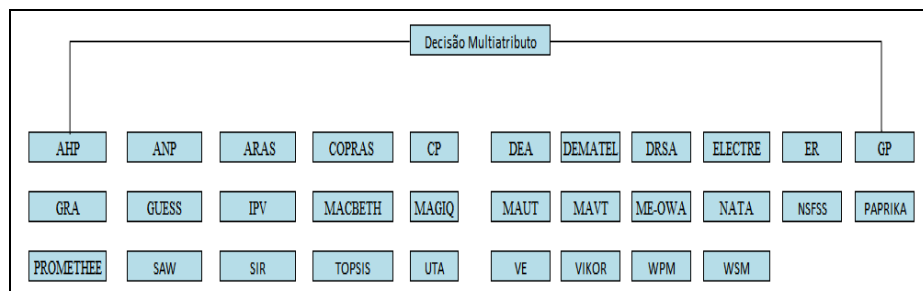
O MCMD consiste em um conjunto de técnicas para auxiliar um agente decisor – indivíduo, grupo de pessoas ou comitê de técnicos ou dirigentes – a tomar decisões frente a um problema complexo, avaliando e optando por alternativas para solucioná-lo segundo diferentes critérios e pontos de vista. A Análise Multicritério tem como propósito, portanto, auxiliar pessoas e organizações em situações nas quais é necessário identificar prioridades, considerando, ao mesmo tempo, diversos critérios (LINS *et al.*, 2002).

Os métodos de decisão multicritério podem ser classificados conforme a Figura 5 baseados no número de alternativas consideradas. Diferenças podem ser notadas entre decisão multiatributo e decisão multiobjetivo, porém ambos compartilham características semelhantes. Métodos de decisão de múltiplos atributos são projetados para selecionar alternativas discretas enquanto métodos de tomada de decisão multiobjetivo são mais adequados para lidar com problemas de planejamento multiobjetivo, quando um número teoricamente infinito de alternativas contínuas é definido por um conjunto de restrições em um vetor de variáveis de decisão (KUMAR et al., 2017; MARDANI et al., 2015; ZAVADSKAS; TURSKIS; KILDIENĖ; 2014).

Figura 5 – Classificação dos métodos

Fonte: Adaptado de Oliveira e Salomon (2017).

Numerosos métodos de decisão multicritério têm sido propostos nas últimas décadas considerando a questão da medição de prioridades dos critérios tangíveis ou intangíveis conflitantes, com objetivo de permitir a avaliação das melhores alternativas para uma decisão (SAATY; ERGU, 2015). A Figura 6 apresenta a sigla de alguns dos métodos.

Figura 6 – Sigla de alguns métodos de decisão multicritério

Fonte: Adaptado de Oliveira e Salomon (2017).

A Tabela 1 apresenta os principais métodos encontrados na literatura acadêmica com base em Figueira, Greco e Ehrgott (2005).

Tabela 1 – Principais métodos multicritério

Método	Classificação	Referências
Electre	Método de superação	ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY; BERTIER, 1971); ELECTRE III (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IV (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IS (ROY; SKALKA, 1985); ELECTRE TRI (YU, 1992; MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000)
Promethee	Método de superação	Brans, Mareschal e Vincke (1984) e Brans, Vincke e Mareschal (1986)
Multiattribute Utility Theory (MAUT)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Fishburn (1970) e Keeney e Raiffa (1976)
Analytic Hierarchy Process	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1977) e Saaty (1980)
Analytic Network Process	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1996)
Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Bana e Costa e Vansnick (1994)

Adaptado de: Figueira, Greco e Ehrgott (2005).

Neste trabalho será utilizada a metodologia AHP devido ao fato desta ser uma metodologia amplamente utilizada e base de referência no processo de tomada de decisão com a existência de múltiplos critérios.

Em se tratando de análise multicritério, um dos principais métodos é o AHP, segundo Saaty (1980) e Costa (2006), já que permite o uso de critérios qualitativos e quantitativos. Este método consiste em dividir o problema de decisão em sete etapas para facilitar sua compreensão e avaliação.

2.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO A SER UTILIZADO

O método AHP foi criado e desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty (PASSOS; GOMES, 2008). Para Meyer (2003), mesmo com a existência de diversas variáveis multiobjetivas ou subjetivas, simplificar a medição é a melhor solução. Essa é a fundamentação teórica do método de análise Hierárquica: decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho (Saaty, 1991).

Segundo Freitas e Viana (2013) o AHP é um método que utiliza uma medida global para hierarquizar as alternativas de decisão e auxiliar o decisor na resolução de seu problema. Exemplifica ainda que o método, bem como os demais métodos múltiplos critérios de apoio à decisão, vêm sendo empregados na área empresarial para solucionar problemas.

A grande vantagem do método AHP é permitir que o usuário atribua pesos relativos para múltiplos critérios, ou múltiplas alternativas para um dado critério, de forma intuitiva, ao

mesmo tempo em que realiza uma comparação par a par entre os mesmos. Isso permite que, mesmo quando duas variáveis são incomparáveis, com os conhecimentos e a experiência das pessoas, pode-se reconhecer qual dos critérios é mais importante (SAATY, 1991). Ou seja, os critérios podem ser quantitativos ou qualitativos, pois as comparações são feitas de forma relativa entre as alternativas como não há necessidade de escala absoluta para um critério, existe a possibilidade de comparações, facilitando assim os critérios qualitativos (SANTOS, 2005).

Somado às vantagens de simplicidade, fácil uso e capacidade de lidar com estruturas complexas, existem três vantagens que diferenciam o AHP de outros métodos de tomada de decisões: (i) habilidade de lidar com atributos tangíveis e intangíveis, (ii) habilidade de estruturar problemas de forma hierárquica e (iii) habilidade de monitorar a consistência com que um decisor faz um julgamento (CHAN e CHAN, 2004).

Salomon, Montevechi e Pamplona (1999), levantando um estudo comparativo do método AHP com outras abordagens multicritério (*Fuzzy Decision Approach (FDA)*; *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)*; *Analytic Network Process (ANP)*; *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*), não permitem concluir que o AHP seja inferior. Pelo contrário, os resultados obtidos pelos diferentes métodos, na maioria das vezes, foram considerados similares e diversas vantagens da aplicação do AHP foram observadas em todos casos.

O AHP foi escolhido por ser simples de utilizar e de fácil entendimento do método.

2.3 CASOS UTILIZADOS E RESULTADOS

Convém destacar as aplicações em casos já realizadas com o método AHP. Provou-se sua ampla aplicabilidade em diversas áreas. Saaty (2008) exemplificou as diversas atuações do AHP em tomadas de decisões nos Estados Unidos da América:

- A IBM utilizou o método em 1991 ao projetar o seu bem sucedido AS 400, um computador de médio porte. A empresa venceu o prestigiado prêmio Malcolm Baldrige de Excelência para esse esforço.
- Em 1999, a Ford Motor Company usou o AHP para estabelecer prioridades para critérios que melhoram a satisfação do cliente. Ford deu Expert Choice Inc, um Prêmio de Excelência por ajudá-los a alcançar maior sucesso com seus clientes.
- Em (2001), foi usado para determinar o melhor local de relocação para o terremoto devastado da cidade turca de Adapazari.

- Nos esportes, foi usado em 1995 para prever qual time de futebol iria para o Superbowl e vencer (o resultado foi correto, Dallas venceu Pittsburgh).

Na literatura recente, diversos autores publicaram e destacaram a importância do método AHP em diferentes áreas para solucionar problemas de tomada de decisão. Pode-se citar como exemplos: Benchmarking no setor de hotelaria (REIS e RUBENS, 2017), seleção de local para instalação de terminal intermodal de cargas (IGNACIO e PISSINELLI, 2017), método de avaliação de uma escola (ALMEIDA e MORAIS, 2017), avaliação de desempenho de sistema de distribuição de água (MARDANI, 2018), seleção de local para instalação de usina solar (OZDEMIR e SAHIN, 2018), seleção de fornecedores (ABDEL-BASSET, 2018).

Em todos esses recentes casos, o AHP mostrou-se consistente como método de apoio à tomada de decisão. Além disso, o método permite que os resultados sejam analisados sob várias óticas, desde uma classificação geral em forma de ranking até uma análise do desempenho particular de uma alternativa em relação a um critério.

Ho (2008) apresenta um conjunto de exemplos de aplicação do AHP, inclusive combinado com outras técnicas, tais como: QFD, meta-heurística, SWOT e DEA. Em seu estudo, concluiu-se que o AHP pode ser aplicado em uma ampla variedade de áreas e problemas, obtendo resultado satisfatórios.

2.4 ESTRUTURA DO MÉTODO AHP

Segundo Chan (2004) o AHP se estrutura pelos seguintes passos:

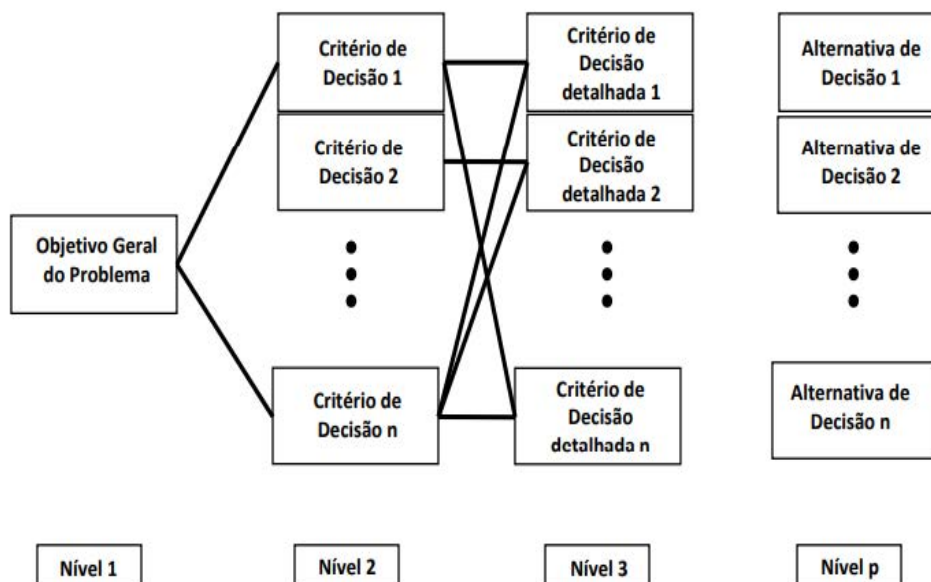
(1) Definir a estrutura do problema. O problema deve estar bem claro e definido, além de ser colocado em um amplo contexto, incluindo objetivos e resultados.

(2) Decompor o problema em uma estrutura hierárquica. O AHP decompõe o problema complexo em uma decisão hierárquica, muito parecida com uma árvore de decisão. O objetivo geral do problema, o nível máximo da hierarquia, pode ser decomposto em múltiplos critérios ou atributos situados no nível inferior da hierarquia, ou seja, cada novo nível representa o aumento de detalhamento desses critérios ou atributos.

À medida que se afasta da raiz (objetivo), temos fatores mais específicos, e os mais extremos (as folhas) representam os fatores ou critérios de avaliação. Assim, quanto mais genéricos forem os atributos, mais altos eles deverão estar na hierarquia. As alternativas ficam na base da árvore, abaixo do último nível de atributos. Esse arranjo permite fazer com que seja possível para o tomador de decisão focalizar cada parte e todo o complexo problema,

com isso obter prioridades através de uma simples comparação par a par baseada nos dados obtidos pelo usuário. A Figura 7 ilustra um exemplo de hierarquia.

Figura 7 – Exemplo de estrutura hierárquica



Fonte: Chung; Lee; Pearn, (2005)

(3) Construir uma matriz de comparação paritária entre os elementos do nível inferior e os do nível imediatamente acima. No primeiro nível especifica-se os julgamentos sobre a importância relativa para cada critério, o qual contribuirá para alcançar o objetivo geral. A cada nível transpassado, indica-se a prioridade de cada critério detalhado de decisão condizendo em quanto ele contribui para cada critério. No último nível, para cada alternativa de decisão será avaliado como ela contribui para cada subcritério.

A fim de conseguir realizar esse julgamento Saaty (1977) recomendou o uso de 9 pontos de escala fundamental para expressar preferências entre opiniões como: igual, moderado, forte, muito forte, e extremamente preferível (peso 1,3,5,7,9 respectivamente). Os valores 2,4,6, e 8 são valores intermediários na escala. Depois que cada elemento tiver sido comparado, a matriz de comparação estará formada. Se n objetos nomeados por $X_1, X_2, \dots, X_n$, são comparados em pares de acordo com seus relativos pesos, nomeados por, $w_2, w_3, \dots, w_n$. A Tabela 2 mostra como o julgamento de importância no método AHP acontece.

Tabela 2 – Escala Fundamental

Escala	Avaliação	Descrição
1	Igualmente preferido	Os dois critérios contribuem igualmente para os objetivos
3	Moderadamente preferido	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério sobre o outro
5	Fortemente preferido	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério sobre o outro
7	Muito fortemente preferido	Um critério é fortemente favorecido em relação a outro e pode ser demonstrado
9	Extremamente preferido	Um critério é favorecido em relação a outro com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	Quando o consenso não for obtido e houver a necessidade de uma negociação

Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

(4) Calcular o máximo autovalor do autovetor na ordem de estimativa dos pesos relativos dos elementos de decisão. Após a matriz de comparação ter sido formada, a prioridade do elemento pode ser comparada pela computação dos autovalores e autovetores com as fórmulas a seguir, onde w é o autovetor e o peso do autovetor de A e de λ_{max} é o maior autovalor de A . A equação 1 representa o cálculo:

$$A * w = \lambda_{max} * w \quad [1]$$

(5) Checar a consistência da matriz. A qualidade da decisão definitiva do método AHP está fortemente relacionada com a consistência dos julgamentos que os decisores avaliaram durante as comparações pareadas. A transitividade de preferência implica que, se A é preferível a B e B é preferível a C então A é preferível a C . A consistência da comparação é examinada pela relação de coerência. As equações 2 e 3 representam os cálculos:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad [2]$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \leq 20\% \quad [3]$$

Onde n é o número de itens a serem comparados na matriz e RI o número aleatório, que pode ser encontrado na tabela 2. Satty (1977) classificou o valor de CR aceitável para

diferentes tamanhos de matrizes. O limite de CR aceitável é menor ou igual a 20% (SAATY, 1997). Caso contrário, os tomadores de decisão precisarão rever os valores na matriz de pareamento.

Saaty (1991) propõe os índices aleatórios de matrizes de ordem 1 a 15 calculados em laboratório, conforme exibido na Tabela 3.

Tabela 3 – Índice Randômico

Ordem de Matriz (n)	2	3	4	5	6	7	8
RI	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Fonte: Saaty, (1991)

(6) Agregar as prioridades relativas de elementos de decisão para obter a pontuação geral para as alternativas de decisão. Se existe apenas um decisor o ranking das prioridades das alternativas de decisão pode ser obtido pela combinação das propriedades de critério e prioridades de cada alternativa de decisão relativa a cada critério. Os 28 resultados são normalizados e somados a 1. A alternativa com maior pontuação é considerada preferível. No caso de decisão em grupo o ranking de prioridade geral será gerado para cada pessoa primeiro e um método de média ponderada será aplicado para resumir rankings individuais com o intuito de alcançar o ranking preferencial de alternativas.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Nesta seção está a estrutura do método AHP e serão dadas informações sobre a classificação da pesquisa, fluxo metodológico das atividades, definição das técnicas a serem utilizadas no estudo e a forma de coleta e tratamento dos dados coletados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, pois os resultados auxiliarão em problemas reais. Pode ainda ser classificado como pesquisa prescritiva, pois irá propor soluções ao problema abordado. A abordagem é qualitativa, pois visa descrever e interpretar o fenômeno observado mediante contato direto do pesquisador com o objeto de estudo, sem a intenção de trabalhar com aspectos diretamente mensuráveis. Sobre os objetivos, pode ser classificada como exploratória, permitirá proporcionar maior familiaridade com o problema, sem a intenção de elaborar hipóteses explicativas. (KOTHARI, 2013).

Em termos de métodos utilizados, encontram-se a análise documental, a observação participante, entrevistas não estruturadas, para obter dados, e o método AHP para julgamento quanto à conveniência de indicadores propostos. A validação da proposta preliminar será feita por meio de entrevistas individuais com os gestores. O Quadro 1 apresenta as classificações da pesquisa.

Quadro 1 – Classificações da Pesquisa

Natureza	Pesquisa aplicada
Objeto/Meio	Pesquisa prescritiva
Abordagem	Pesquisa qualitativa
Objetivos/Fins	Pesquisa exploratória
Procedimentos Técnicos	Pesquisa experimental

Fonte: Próprio Autor (2018)

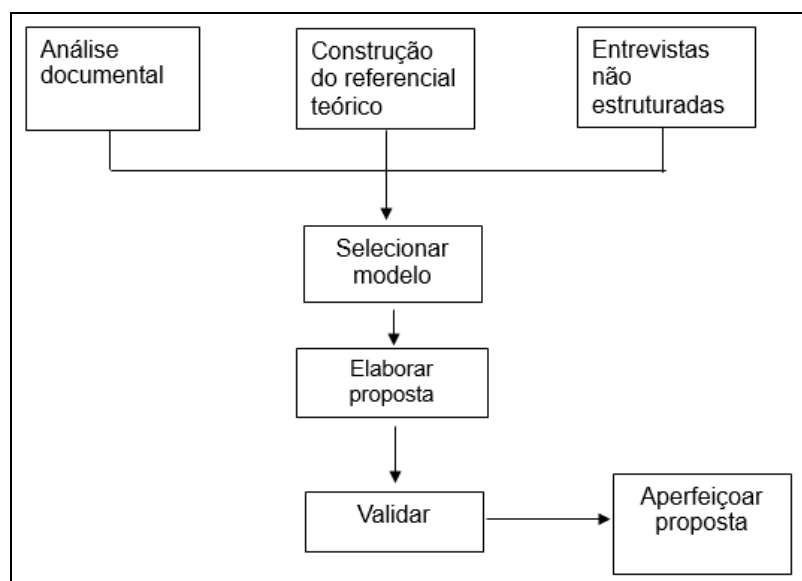
3.2 COLETA DE DADOS E FLUXO METODOLÓGICO

Além da pesquisa bibliográfica, que permitiu a estruturação de um enquadramento teórico para esta pesquisa, foi realizada análise documental, de registros e documentos da empresa relativos à questão de estudo, assim como observação participante em processos de tomada de decisão e seus desdobramentos (no que tange a classificação dos distritos) e entrevistas semi-estruturadas. Essas entrevistas referiam-se à coleta de informações e opiniões

pessoais, como forma de obter percepções e interpretações. (MARTINS, THEÓPHILO, 2011).

Foram no total sete entrevistados, entre gerentes regionais e nacionais. A partir da sistematização dos dados e informação coletada elaborou-se uma proposta preliminar de sistema de indicadores e procedimentos de classificação. A Figura 8 representa o fluxo da pesquisa.

Figura 8 – Fluxo Metodológico da Pesquisa



Fonte: Próprio Autor (2018)

Após a definição do tema e do projeto de pesquisa, selecionou-se o método para obter os julgamentos dos participantes na escolha de indicadores para compor o sistema de classificação. Aprofundou-se o entendimento da situação problema, por meio de entrevistas não estruturadas e análise de documentos.

O estabelecimento de um conjunto de indicadores, do qual serão selecionados os que farão parte do sistema a ser proposto, teve como base entrevistas e a análise documental. Os julgamentos sobre os indicadores propostos serão feitos utilizando o método AHP. Com base na seleção feita, será proposto um sistema de indicadores e procedimentos, a partir do qual se gerará uma classificação dos distritos, para análise. Essa proposta passará por validação em entrevistas com os gestores e, se necessário, haverá um aperfeiçoamento da proposta.

4 RESULTADOS

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A empresa estudada foi fundada nos Estados Unidos e iniciou suas atividades no Brasil há mais de 40 anos. Seu segmento é o agronegócio, atuando nos setores da agricultura e biotecnologia.

Presente em todo o Brasil na venda de sementes de milho, a empresa acessa seus consumidores por três maneiras: cooperativas, distribuidores e venda direta ao agricultor. Cada uma dessas situações é considerada um ponto de venda. O país é dividido em dez regiões de vendas, cada uma das quais é dividida em distritos, havendo no total 81 distritos. Para cada um desses distritos há um representante da empresa, que gerencia as vendas e contas dessa área.

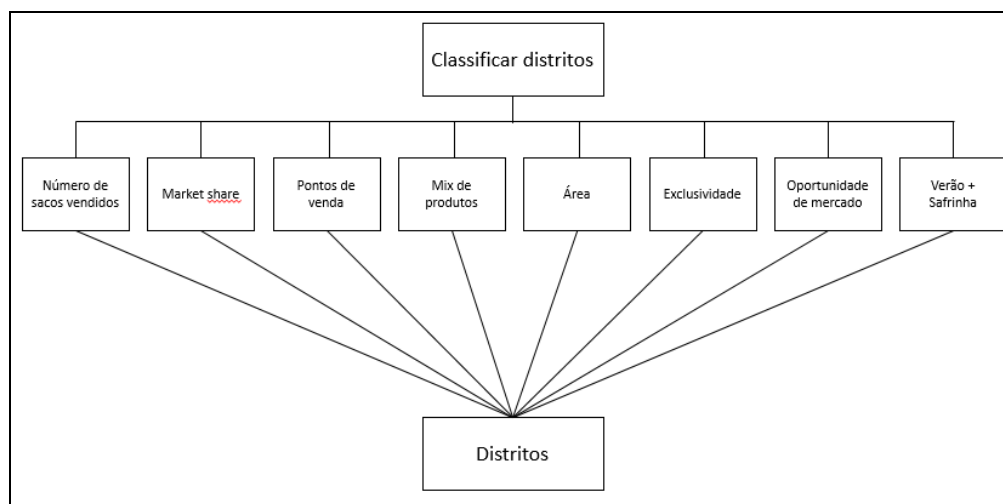
4.2 APLICAÇÃO DO MODELO

4.2.1 Objetivo da análise

Os gestores desse setor deparam-se com dificuldades em atribuir representantes de vendas com qualificação adequada para ter um bom desempenho nos diferentes distritos e regiões diferentes. Há a necessidade de realizar essa atribuição com base em critérios claramente definidos, não em impressões ou opiniões. Essa necessidade seria atendida por um sistema de classificação quanto a complexidade das vendas desses distritos.

O AHP exige que o tomador de decisão estruture o problema de forma hierárquica, guiando-o através de uma série de julgamentos feitos por comparações em pares. Essa estruturação formal do problema permite que questões complexas sejam decompostas e agrupadas em conjuntos mais simples de problemas, registradas em documentos comparativos para se chegar à escolha final. Na Figura 6 estão representados o objetivo, os critérios pré-selecionados e as alternativas, que no caso deste trabalho são os próprios distritos.

Figura 9 – Árvore hierárquica



Fonte: Próprio Autor (2018)

4.2.2 Definição dos critérios

Através de entrevistas não estruturadas, foi possível determinar os principais critérios de classificação utilizados pelo setor em questão. Além disso, a atribuição dos pesos para cada critério foi obtida de acordo com a Escala Fundamental de Saaty, como mostra a Tabela 3.

Os entrevistados deixaram de escolher cinco critérios, pois na opinião do grupo, apresentaram uma relevância menor. Os motivos podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios que não foram escolhidos pelos *experts* com os motivos alegados

Critério	Motivo
Área	Não considerada pelo grupo entrevistado
Exclusividade dos canais	Optou-se pelo número total de pontos de vendas
Mix de Produtos	Complexidade para comparar produtos de regiões diferentes
Oportunidade de mercado	A ferramenta ainda não apresentava dados consistentes
Safras	Optou-se por utilizar apenas uma safra

Fonte: Próprio Autor (2018)

Portanto, os critérios estabelecidos foram: quantidade de pontos de vendas, market share e quantidade de sacos vendidos em um ano (valores em porcentagem do total).

4.2.3 Avaliação da importância relativa

Com a estrutura hierárquica definida, o próximo passo foi comparar entre si os critérios dispostos no segundo nível para determinar a importância relativa de cada elemento para a obtenção da meta final. A matriz deve ser preenchida com valores numéricos que demonstrem a importância dos critérios dispostos à frente das linhas em relação à importância dos critérios

dispostos no topo de cada coluna. Um valor alto significa que aquele critério é relativamente mais importante do que o critério no topo da coluna (ver detalhamento dos valores no terceiro passo, logo abaixo).

Quando um critério é comparado com ele mesmo, o resultado é 1 (mesma importância). Vale notar que temos uma sequência de pesos “1” na diagonal devido a este motivo. Parte da tabela terá valores recíprocos àqueles inseridos inicialmente. Isso acontece porque metade da tabela compara “A” com “B” e a outra metade faz a comparação inversa (“B” com “A”). Portanto, para manter a coerência no preenchimento, temos valores como “4” e “2” e seus recíprocos “ $\frac{1}{4}$ ” e “ $\frac{1}{2}$ ” logo abaixo. Os valores devem ser estimados tendo como base o conhecimento sobre o negócio do tomador de decisão e seu julgamento. Aqui podemos ter o julgamento de apenas uma pessoa ou de um grupo de pessoas.

Antes de iniciar a sessão de julgamentos os *experts* receberam orientações referentes ao AHP como, por exemplo, o conceito de taxa de consistência, que é requerida durante o processo de julgamento. Também foi efetuada a validação do modelo construído; em seguida, efetuaram-se os julgamentos a partir da experiência dos participantes, e verificou-se a consistência na medida do desenvolvimento; houve necessidade de refazer alguns julgamentos, pois a consistência apresentou-se inadequada.

De acordo com os gerentes, o número de pontos de vendas é o principal critério para definir a complexidade do negócio, pois representa a quantidade de contas que o representante de vendas deve gerenciar e esse fator abrange diversos aspectos inerentes às habilidades técnicas de cada um. O *Market share* foi o segundo critério com maior peso, por representar o panorama geral do mercado. Como a ferramenta da empresa para obter as oportunidades de mercado ainda está em fase de testes, não foi possível considerar esse critério.

A matriz de comparação dos critérios foi estruturada de acordo com a definição de prioridades dos decisores, como ilustra a Tabela 4.

Tabela 4 – Matriz de Comparação entre Critérios

	Market Share	Sacos vendidos	Pontos de Vendas
Market Share	1	7	$\frac{1}{2}$
Sacos vendidos	$\frac{1}{7}$	1	$\frac{1}{8}$
Pontos de Vendas	2	8	1
Soma	3,14	16,00	1,63

Fonte: Próprio Autor (2018)

Depois de estruturada a matriz, determinou-se o vetor de priorização dos critérios, somando-se os pesos de cada elemento de uma linha da matriz. Após isso, normalizou-se os valores obtidos, por meio da divisão do peso de cada critério da matriz pelo somatório dos pesos de todos os critérios, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Vetor de Priorização dos Critérios

	Market Share	Sacos vendidos	Pontos de Vendas	Auto Vetor	A.V.N
Market Share	1	7	1/2	1,51829449	35,31%
Sacos vendidos	1/7	1	1/8	0,26137898	6,08%
Pontos de Vendas	2	8	1	2,5198421	58,61%
Soma	3,14	16,00	1,63	4,30	100%

Fonte: Próprio Autor (2018)

4.2.4 Consistência dos dados

A Tabela 5 demonstra que a quantidade de pontos de vendas é o critério de maior importância. O próximo passo é testar a consistência destas prioridades.

$$\begin{aligned}
 &0,3531 \times \left(1 \frac{1}{7} \ 2\right)^T + 0,0607 \times (7 \ 1 \ 8)^T + 0,5860 \times \left(\frac{1}{2} \ \frac{1}{8} \ 1\right)^T = \\
 &= \begin{bmatrix} 0,3531 & + & 0,4249 & + & 0,2930 \\ 0,0504 & + & 0,0607 & + & 0,0732 \\ 0,7062 & + & 0,4856 & + & 0,5860 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,0689 \\ 0,1843 \\ 1,778 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Dividindo o valor dessa matriz pela prioridade relativa (auto vetor normalizado), temos o vetor consistência, que neste caso é:

$$VC = (3,0269 + 3,0316 + 3,0337)T. \tag{2}$$

A partir deste vetor, estima-se o maior autovalor $\lambda_{\text{máx}}$, e o Índice de Consistência (IC).

$$\lambda_{\text{máx}} = (3,0269 + 3,0316 + 3,0337)/3 = 3,0307 \tag{3}$$

$$CI = (\lambda_{\text{máx}} - n)/(n - 1) = (3,0307 - 3)/(3 - 1) = 0,0174 \tag{4}$$

Para calcular a Relação de Consistência (CR) utiliza-se a fórmula $CR = CI/IR$. O valor de IR é o Índice Randômico e é retirado da tabela 2, de acordo com o número de critérios de decisão. Neste caso $IR = 0,58$, então calcula-se CR.

$$CR = 0,0174/0,58 = 3,01\% \quad (5)$$

Para os valores das prioridades serem considerados consistentes, o valor de CR deve ser menor ou igual a 20%. Ou seja, neste caso os valores são consistentes.

4.2.5 Definição das alternativas

O Brasil possui duas safras de milho por ano chamadas Verão e Safrinha. A diferença entre elas se dá na localidade de plantação e também na época em que ocorre o plantio. Na empresa estudada, das dez regionais existentes, cinco vendem milho para a safra de verão e 5 vendem para a safrinha. Como há esta variação, optou-se por aplicar o modelo apenas nas regionais de verão, totalizando 43 distritos.

Para este modelo, os distritos serão as alternativas e, por motivos de sigilo, não terão os nomes mostrados. Em sequência, obtiveram-se os dados de cada um deles para cada critério analisado. Uma vez que todos os dados e critérios são de caráter objetivo, deve-se normalizar os valores obtidos. Para isso, a primeira ação foi somar os valores das colunas e dividir cada grandeza, linha da tabela, pela soma correspondente de sua coluna. O montante encontrado é o valor normalizado. As tabelas 6, 7 e 8 sintetizam os dados obtidos da empresa de estudo e seus respectivos valores já normalizados.

Tabela 6 – Valores para Market Share (%)

Alternativa	Market Share	Normalizar
Distrito 1	26,29%	3,13%
Distrito 2	9,97%	1,19%
Distrito 3	23,28%	2,78%
Distrito 4	6,05%	0,72%
Distrito 5	12,93%	1,54%
Distrito 6	4,87%	0,58%
Distrito 7	12,75%	1,52%
Distrito 8	50,13%	5,98%
Distrito 9	11,45%	1,37%
Distrito 10	31,27%	3,73%
Distrito 11	28,20%	3,36%
Distrito 12	15,13%	1,80%
Distrito 13	23,05%	2,75%
Distrito 14	13,44%	1,60%
Distrito 15	19,44%	2,32%
Distrito 16	23,02%	2,75%
Distrito 17	19,36%	2,31%
Distrito 18	11,33%	1,35%
Distrito 19	25,15%	3,00%
Distrito 20	26,12%	3,11%
Distrito 21	10,99%	1,31%
Distrito 22	38,14%	4,55%
Distrito 23	25,61%	3,05%
Distrito 24	14,92%	1,78%
Distrito 25	13,84%	1,65%
Distrito 26	17,24%	2,06%
Distrito 27	8,75%	1,04%
Distrito 28	28,08%	3,35%
Distrito 29	7,71%	0,92%
Distrito 30	24,83%	2,96%
Distrito 31	5,32%	0,63%
Distrito 32	23,47%	2,80%
Distrito 33	25,41%	3,03%
Distrito 34	36,81%	4,39%
Distrito 35	8,29%	0,99%
Distrito 36	24,15%	2,88%
Distrito 37	15,75%	1,88%
Distrito 38	30,07%	3,59%
Distrito 39	14,49%	1,73%
Distrito 40	14,63%	1,74%
Distrito 41	23,90%	2,85%
Distrito 42	22,08%	2,63%
Distrito 43	10,94%	1,30%

Fonte: Próprio Autor (2018)

Tabela 7 – Valores para quantidade de pontos de venda

Alternativa	Pontos de Vendas	Normalizar
Distrito 1	15	2,07%
Distrito 2	7	0,97%
Distrito 3	32	4,41%
Distrito 4	14	1,93%
Distrito 5	11	1,52%
Distrito 6	18	2,48%
Distrito 7	22	3,03%
Distrito 8	7	0,97%
Distrito 9	27	3,72%
Distrito 10	9	1,24%
Distrito 11	13	1,79%
Distrito 12	12	1,66%
Distrito 13	11	1,52%
Distrito 14	19	2,62%
Distrito 15	16	2,21%
Distrito 16	6	0,83%
Distrito 17	22	3,03%
Distrito 18	25	3,45%
Distrito 19	13	1,79%
Distrito 20	8	1,10%
Distrito 21	9	1,24%
Distrito 22	9	1,24%
Distrito 23	30	4,14%
Distrito 24	14	1,93%
Distrito 25	20	2,76%
Distrito 26	24	3,31%
Distrito 27	28	3,86%
Distrito 28	24	3,31%
Distrito 29	12	1,66%
Distrito 30	18	2,48%
Distrito 31	11	1,52%
Distrito 32	19	2,62%
Distrito 33	16	2,21%
Distrito 34	16	2,21%
Distrito 35	19	2,62%
Distrito 36	24	3,31%
Distrito 37	16	2,21%
Distrito 38	19	2,62%
Distrito 39	11	1,52%
Distrito 40	37	5,10%
Distrito 41	16	2,21%
Distrito 42	11	1,52%
Distrito 43	15	2,07%

Fonte: Próprio Autor (2018)

Tabela 8 – Valor para quantidade de sacos vendidos (%)

Alternativa	Sacos vendidos	Normalizar
Distrito 1	3,47%	3,47%
Distrito 2	0,73%	0,73%
Distrito 3	3,58%	3,58%
Distrito 4	0,43%	0,43%
Distrito 5	1,56%	1,56%
Distrito 6	0,81%	0,81%
Distrito 7	2,10%	2,10%
Distrito 8	0,31%	0,31%
Distrito 9	2,47%	2,47%
Distrito 10	3,91%	3,91%
Distrito 11	2,30%	2,30%
Distrito 12	3,75%	3,75%
Distrito 13	2,54%	2,54%
Distrito 14	2,73%	2,73%
Distrito 15	3,13%	3,13%
Distrito 16	1,85%	1,85%
Distrito 17	1,67%	1,67%
Distrito 18	2,35%	2,35%
Distrito 19	1,83%	1,83%
Distrito 20	1,95%	1,95%
Distrito 21	1,77%	1,77%
Distrito 22	0,71%	0,71%
Distrito 23	1,67%	1,67%
Distrito 24	1,83%	1,83%
Distrito 25	1,52%	1,52%
Distrito 26	2,57%	2,57%
Distrito 27	1,65%	1,65%
Distrito 28	2,96%	2,96%
Distrito 29	1,14%	1,14%
Distrito 30	3,47%	3,47%
Distrito 31	2,41%	2,41%
Distrito 32	4,57%	4,57%
Distrito 33	4,49%	4,49%
Distrito 34	6,32%	6,32%
Distrito 35	2,05%	2,05%
Distrito 36	2,29%	2,29%
Distrito 37	1,03%	1,03%
Distrito 38	4,48%	4,48%
Distrito 39	2,90%	2,90%
Distrito 40	1,98%	1,98%
Distrito 41	2,19%	2,19%
Distrito 42	2,26%	2,26%
Distrito 43	1,75%	1,75%

Fonte: Próprio Autor (2018)

Por fim, os resultados encontrados formam a matriz de critérios. Esta multiplicada pelo vetor dos critérios forma o vetor de decisão. Esta matriz coluna representa a nota final de cada alternativa e mostra sua relevância. A matriz de decisão está demonstrada na Tabela 9.

Tabela 9 – Matriz de decisão

Critério/Alternativas	Market Share	Sacos vendidos	Pontos de Vendas	Vetor de decisão
Vetor dos critérios	35,31%	6,08%	58,61%	
Distrito 1	3,13%	3,47%	2,07%	2,53%
Distrito 2	1,19%	0,73%	0,97%	1,03%
Distrito 3	2,78%	3,58%	4,41%	3,78%
Distrito 4	0,72%	0,43%	1,93%	1,41%
Distrito 5	1,54%	1,56%	1,52%	1,53%
Distrito 6	0,58%	0,81%	2,48%	1,71%
Distrito 7	1,52%	2,10%	3,03%	2,44%
Distrito 8	5,98%	0,31%	0,97%	2,70%
Distrito 9	1,37%	2,47%	3,72%	2,81%
Distrito 10	3,73%	3,91%	1,24%	2,28%
Distrito 11	3,36%	2,30%	1,79%	2,38%
Distrito 12	1,80%	3,75%	1,66%	1,83%
Distrito 13	2,75%	2,54%	1,52%	2,01%
Distrito 14	1,60%	2,73%	2,62%	2,27%
Distrito 15	2,32%	3,13%	2,21%	2,30%
Distrito 16	2,75%	1,85%	0,83%	1,57%
Distrito 17	2,31%	1,67%	3,03%	2,70%
Distrito 18	1,35%	2,35%	3,45%	2,64%
Distrito 19	3,00%	1,83%	1,79%	2,22%
Distrito 20	3,11%	1,95%	1,10%	1,86%
Distrito 21	1,31%	1,77%	1,24%	1,30%
Distrito 22	4,55%	0,71%	1,24%	2,38%
Distrito 23	3,05%	1,67%	4,14%	3,60%
Distrito 24	1,78%	1,83%	1,93%	1,87%
Distrito 25	1,65%	1,52%	2,76%	2,29%
Distrito 26	2,06%	2,57%	3,31%	2,82%
Distrito 27	1,04%	1,65%	3,86%	2,73%
Distrito 28	3,35%	2,96%	3,31%	3,30%
Distrito 29	0,92%	1,14%	1,66%	1,36%
Distrito 30	2,96%	3,47%	2,48%	2,71%
Distrito 31	0,63%	2,41%	1,52%	1,26%
Distrito 32	2,80%	4,57%	2,62%	2,80%
Distrito 33	3,03%	4,49%	2,21%	2,64%
Distrito 34	4,39%	6,32%	2,21%	3,23%
Distrito 35	0,99%	2,05%	2,62%	2,01%
Distrito 36	2,88%	2,29%	3,31%	3,10%
Distrito 37	1,88%	1,03%	2,21%	2,02%
Distrito 38	3,59%	4,48%	2,62%	3,07%
Distrito 39	1,73%	2,90%	1,52%	1,68%
Distrito 40	1,74%	1,98%	5,10%	3,73%
Distrito 41	2,85%	2,19%	2,21%	2,43%
Distrito 42	2,63%	2,26%	1,52%	1,96%
Distrito 43	1,30%	1,75%	2,07%	1,78%

Fonte: Próprio Autor (2018)

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao analisar a Tabela 9, pode-se notar que a última coluna apresenta valores entre 0% e 4%. Ao se ordenar esses valores em ordem decrescente, obtêm-se a Tabela 10.

Tabela 10 – Ordem decrescente dos valores de decisão

Critério/Alternativas	Vetor de decisão
Distrito 3	3,78%
Distrito 40	3,73%
Distrito 23	3,60%
Distrito 28	3,30%
Distrito 34	3,23%
Distrito 36	3,10%
Distrito 38	3,07%
Distrito 26	2,82%
Distrito 9	2,81%
Distrito 32	2,80%
Distrito 27	2,73%
Distrito 30	2,71%
Distrito 8	2,70%
Distrito 17	2,70%
Distrito 18	2,64%
Distrito 33	2,64%
Distrito 1	2,53%
Distrito 7	2,44%
Distrito 41	2,43%
Distrito 11	2,38%
Distrito 22	2,38%
Distrito 15	2,30%
Distrito 25	2,29%
Distrito 10	2,28%
Distrito 14	2,27%
Distrito 19	2,22%
Distrito 37	2,02%
Distrito 13	2,01%
Distrito 35	2,01%
Distrito 42	1,96%
Distrito 24	1,87%
Distrito 20	1,86%
Distrito 12	1,83%
Distrito 43	1,78%
Distrito 6	1,71%
Distrito 39	1,68%
Distrito 16	1,57%
Distrito 5	1,53%
Distrito 4	1,41%
Distrito 29	1,36%
Distrito 21	1,30%
Distrito 31	1,26%
Distrito 2	1,03%

Fonte: Próprio Autor (2018)

Com os valores ordenados em ordem decrescente, pode-se agora criar um ranking, ou seja, quanto maior a porcentagem, maior a complexidade de vendas daquele distrito. Sugeriu-se então o seguinte índice de ranqueamento, conforme disposto na Tabela 11.

Tabela 11 – Índice sugerido

Complexidade	Índice (%)
Sênior	$3 \leq x$
Pleno	$2 \leq x < 3$
Júnior	$0 \leq x < 2$

Fonte: Próprio Autor (2018)

Um distrito passa a ser considerado Júnior, ou seja, com complexidade menor de vendas, se for maior ou igual a zero e menor do que 2%. Um distrito pode ser considerado Pleno, ou seja, com complexidade média de venda, se for maior ou igual a 2% e menor de que 3. E, por fim, um distrito pode ser considerado Sênior, ou seja, com complexidade alta de vendas, se for maior do que 3%.

Ao comparar-se a classificação obtida com os dados já utilizados pela empresa, foi possível notar que os resultados foram iguais em 72% dos casos e, mesmo nos distritos em que o resultado não foi exatamente o mesmo, pode-se considerar bem próximo à realidade que os gestores consideram para a tomada das decisões. Uma possibilidade é aumentar o número de critérios para que se possa chegar em uma assertividade ainda maior. A Tabela 12 mostra a comparação dos resultados obtidos neste trabalho com os dados da empresa estudada.

Tabela 12 – Comparação de resultados

Crítério/Alternativas	Vetor de decisão	Resultado obtido	Resultado existente
Distrito 1	2,53%	Pleno	Pleno
Distrito 2	1,03%	Júnior	Pleno
Distrito 3	3,78%	Sênior	Especialista
Distrito 4	1,41%	Júnior	Júnior
Distrito 5	1,53%	Júnior	Júnior
Distrito 6	1,71%	Júnior	Pleno
Distrito 7	2,44%	Pleno	Pleno
Distrito 8	2,70%	Pleno	Pleno
Distrito 9	2,81%	Pleno	Pleno
Distrito 10	2,28%	Pleno	Júnior
Distrito 11	2,38%	Pleno	Sênior
Distrito 12	1,83%	Júnior	Pleno
Distrito 13	2,01%	Pleno	Pleno
Distrito 14	2,27%	Pleno	Sênior
Distrito 15	2,30%	Pleno	Pleno
Distrito 16	1,57%	Júnior	Júnior
Distrito 17	2,70%	Pleno	Pleno
Distrito 18	2,64%	Pleno	Pleno
Distrito 19	2,22%	Pleno	Pleno
Distrito 20	1,86%	Júnior	Pleno
Distrito 21	1,30%	Júnior	Júnior
Distrito 22	2,38%	Pleno	Pleno
Distrito 23	3,60%	Sênior	Especialista
Distrito 24	1,87%	Júnior	Júnior
Distrito 25	2,29%	Pleno	Pleno
Distrito 26	2,82%	Pleno	Pleno
Distrito 27	2,73%	Pleno	Sênior
Distrito 28	3,30%	Sênior	Sênior
Distrito 29	1,36%	Júnior	Júnior
Distrito 30	2,71%	Pleno	Sênior
Distrito 31	1,26%	Júnior	Júnior
Distrito 32	2,80%	Pleno	Especialista
Distrito 33	2,64%	Pleno	Especialista
Distrito 34	3,23%	Sênior	Pleno
Distrito 35	2,01%	Pleno	Pleno
Distrito 36	3,10%	Sênior	Especialista
Distrito 37	2,02%	Pleno	Júnior
Distrito 38	3,07%	Sênior	Especialista
Distrito 39	1,68%	Júnior	Júnior
Distrito 40	3,73%	Sênior	Sênior
Distrito 41	2,43%	Pleno	Pleno
Distrito 42	1,96%	Júnior	Júnior
Distrito 43	1,78%	Júnior	Sênior

Fonte: Próprio Autor (2018)

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas neste trabalho, foi possível, por meio do método AHP, criar uma classificação para os distritos de vendas de pelo menos uma safra de milho. O objetivo principal do presente trabalho também foi alcançado. Utilizando critérios previamente validados em entrevistas não estruturadas com gerentes da empresa, obteve-se indicadores eficientes e montou-se um ranking de complexidade de vendas dos 43 distritos estudados.

O método AHP se mostrou efetivo, tendo auxiliado a obter uma resposta para o problema em questão. Atendeu-se a questão da pesquisa representando-se a classificação inerente às características de cada distrito. Primeiramente, propôs-se um conjunto de indicadores e identificou-se as necessidades que o modelo atenderia, posteriormente, validou-se com os gerentes da área para implementar o modelo. Além disso, como caracterizado por diversos autores, em estudos de caso consultados para a preparação deste trabalho, o método mostrou-se prático e simples de ser utilizado.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se para trabalhos futuros na própria empresa a aplicação do método AHP em conjunto com o modelo BOCR – Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos. Este modelo pode vir a permitir uma análise flexível e potencialmente mais rica em oposição a uma mera análise de custos e benefícios, embora muitos dos aspectos que definem os fatores e suas relações possam ser difíceis de especificar e quantificar (SAATY e OZDEMIR, 2005).

Esta combinação de métodos talvez possa permitir uma análise considerando um maior número de indicadores, considerando uma visão mais próxima quanto à realidade de cada distrito. Ainda segundo Saaty e Ozdemir (2005), o BOCR considera quatro tipos de méritos propostos para representar os diferentes *clusters*, que definem as interações com relação à hierarquia de controle estabelecida. Ela tem sido utilizada em muitos problemas de tomada de decisão, sendo que o *B* se opõe ao *C*, enquanto que *O* se opõe ao *R*. O *B* indica as alternativas que produzem o maior benefício, o *O* indica oportunidades, enquanto *C* e *R* indicam, respectivamente, as alternativas com mais custos e mais riscos.

Segundo Saaty e Shih (2009), é arriscado usar hierarquia em situações que tenham decisões complexas, pois alguma influência poderá ser perdida; neste caso pode-se utilizar uma estrutura na forma do modelo BOCR – Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos.

Para trabalhos acadêmicos futuros, também se recomenda a utilização do BOCR em conjunto com modelos multicritério para auxiliar outras áreas no que diz respeito à tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-BASSET, M. Three-way decisions based on neutrosophic sets and AHP-QFD framework for supplier selection problem. **Future Generation Computer Systems**, v. 89, p.19-30, dez. 2018. Elsevier BV.
- ALMEIDA, B. M.; MORAIS, S. C.; O Uso do AHP na Tomada de Uma Decisão para Escola do Método de Avaliação. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2017, Joinville
- BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions in Operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B.; VINCKE, P. **Promethee**: a New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis. Washington: North-Holland, 1984. p. 477-490.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The Promethee method. **European Journal of Operational Research**, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.
- CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando o PROMETHE II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional** v. 25, n.2, p.279-296. Mai-Ago, 2005.
- CAVASSIN, S.A. Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná, com Base no Índice de desenvolvimento Humano Municipal. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004.
- CHAN, A. H. S., KWOK W.Y., DUFFY V. G. Using AHP for determining priority in a safety management system. **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, Number 5 , p. 430-445, 2004.
- CHUNG, S.; LEE, A. H. I.; PEARN, W. Product mix optimization for semiconductor manufacturing based on AHP and ANP analysis. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 25, n. 11-12, p. 1144-1156, 2005.
- COSTA, H. G. Auxílio multicritério à decisão: método AHP. Rio de Janeiro: **ABEPRO**, 2006.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: **Insular**, 2001.
- FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. New York: Springer, 2005. 1004 p. (International Series in Operations Research & Management Science).
- FISHBURN, P. C. **Utility theory for decision making**. New York: Wiley, 1970. xiv, 234 p. (Operations Research Society of America Publications in operations research).

FREITAS, A. M.; VIANA, A. B N. Descrição das Aplicações do Método AHP no Campo da Administração Através da Construção de Mapa Conceitual.

FORMAN, Ernest H. e SELLY, Mary Ann. **Decision By Objectives**. Ed. World Scientific Publishing Company, 2002

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério. **Recitec – Revista de ciência e tecnologia**, Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139, 1998.

GOMES, L. F.; ARAYA, M. C.; CARIGNANO, C. Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: **Pioneira, Thomson Learning**, 2004.

GONÇALVES, C. D. F.; DIAS, J. A. M.; MACHADO, V. A. C. Multi-criteria decision methodology for selecting maintenance key performance indicators. **International Journal of Management Science and Engineering Management**, v. 10, n. 3, p. 215-223, 2015.

GRAÇA, P.; CAMARINHA-MATOS, L. M. Performance indicators for collaborative business ecosystems—Literature review and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, 2016.

GRANDZOL, J. R. Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: A Case for the Analytic Hierarchy Process. Bloomsburg University of Pennsylvania. **IR Applications v. 6**, August 24, 2005.

GUGLIELMETTI, F. R; MARINS, F. A. S; SALOMON, V. A. P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto: Abepro, 2003.

IGNACIO, P. S.; PISSINELLI, G. J.; Modelo Baseado em Métodos de Decisão Multicritério para Seleção de Local para Instalação de Terminal Intermodal de Cargas. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**, 2017, Joinville

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives**: preferences and value tradeoffs. New York: John Willey & Sons, 1976. 569 p.

KILINÇ, Y. Evaluation of technical performance of pipes in water distribution systems by analytic hierarchy process. **Sustainable Cities and Society**, v. 42, p.13-21, out. 2018. Elsevier BV.

KOTHARI, C. Research methodology: methods and techniques, 2013.

KUMAR, A. et al. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, p. 596-609, 2017.

LINS, M. P. E.; GOMES, E. G.; MELLO, J. C. Seleção do Melhor Município: Integração Sig-Multicritério. Rio de Janeiro, RJ: **Investigação Operacional**, v. 22, n. 1, p. 59-85, 2002.

MARDANI, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-ekonomska Istraživanja**, v. 28, n. 1, p.516-571, Jan. 2015. Informa UK Limited.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas. São Paulo, Atlas, 2011

MOREIRA, R. A. Análise Multicritério dos Projetos do Sebrae/RJ através do Electre IV. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração e Economia, Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Rio de Janeiro, 2007.

OLIVEIRA, V. A. R.; SALOMON, V. A. P. Métodos de decisão multicritério aplicados a análise de indicadores de desempenho – um estudo bibliométrico. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**, 2017, Joinville.

OZDEMIR, S.; SAHIN, G. Multi-criteria decision-making in the location selection for a solar PV power plant using AHP. **Measurement**, v. 129, p.218-226, dez. 2018. Elsevier BV.

PASSOS, A. D.; GOMES, L. F. A. M. Enfoque multicritério à teoria das prospectivas: fundamentos e aplicação. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 6, n. 1, 2008.

REIS, M.; RUBENS, W. A.; Benchmarking e Tecnologia da Informação: Estudo de Caso no Setor de Hotelaria. In: **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO**, 2017, Joinville

ROY, B. **Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE)**. Lausanne Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1968.

ROY, B.; BERTIER, P. M. La methode ELECTRE II: **Une methode de classement en presence de criteres multiples**. Paris: SEMA (Metra International) Paris, 1971. p. 45. PMID:5161467.

ROY, B.; HUGONNARD, J. C. **Classement des prolongements de lignes de stations en banlieu parisienne**. Cahiers du LAMSADE. Paris: Université Dauphine et RATP, 1981.

ROY, B. M.; SKALKA, J. **ELECTRE IS: Aspécts methodologiques et guide d'utilisation**. Cahier du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1985

SAATY, T. L; OZDEMIR, M.S. The encyclicon: A dictionary of decisions with dependence and feedback based on the analytic networking process. **RWS publications**, Pittsburg, 2005

SAATY, T. L; SHIH, H. S. Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks. *European Journal of Operational Research*, 199, 867–872. 2009.

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

SAATY, T. L. *Decision making with the analytic hierarchy process*. **Int. J. Services Sciences**, v. 1, No. 1, 2008.

SAATY, T.L.; “Método de Análise Hierárquica”, Livro, São Paulo, Editora Makron, 1991.

SALOMON, V. A. P.; MONTEVECHI, J.; PAMPLONA, E. O. Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 19, 1999.

SALOMON, V. A. P.; SHIMIZU, T. Utilização de Matrizes de Julgamentos na Análise do Controle da Produção, **Revista Gestão Industrial**, v. 2, p. 70-78, 2006.

SANTOS, C. A. S. **Avaliação de Cursos Superiores de Tecnologia**. 2005. 188 folhas. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC, Florianópolis, 2005.

YU, W. **ELECTRE TRI** - Aspects Methodologiques et Guide d'Utilisation. Document du LAMSADE. Paris: Université de Paris-Dauphine, 1992.