

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA HÍBRIDA NA SELEÇÃO DE FORNECEDORES VERDES

Mariana Izelli Miranda

Franciely Velozo Aragão

Resumo

Diante dos impactos ambientais, as empresas têm sofrido com o esgotamento de recursos naturais, limitando a sua matéria prima para produção, além disso, os critérios ambientais têm se tornado cada vez mais importantes no planejamento estratégico e cultural das empresas, onde há uma demanda cada vez maior do consumidor de que as marcas atendam às suas expectativas sustentáveis. Visando isso, com o grande papel influenciador que a cadeia de suprimentos cumpre dentro do processo produtivo e estratégico da empresa, torna-se essencial torna-la cada vez mais verde. A partir dessas premissas, o objetivo do presente estudo é de realizar a aplicação de uma metodologia híbrida de apoio a tomada de decisão para a seleção de fornecedores verdes de uma indústria de cosméticos localizada na cidade de Maringá-PR.

Palavras-chave: *AHP, fuzzy topsis, MCDM, fornecedores verdes.*

1. Introdução

As péssimas condições ambientais que a Terra se encontra coloca o mundo moderno em estado de alerta, pois a taxa de consumo hoje é muito mais elevada comparada à capacidade de suporte do planeta de se recuperar, além disso, o alto consumo e a má gestão de matéria prima fazem com que a Terra entre em desequilíbrio ambiental gerando a necessidade do aumento da consciência da população e das empresas, que são as principais causadoras dos impactos ambientais, sendo o setor industrial o maior responsável, pois comparados ao consumo próprio dos seres humanos, as indústrias utilizam uma quantidade exageradamente maior de recursos (AMARAL, 2003; ROMEIRO, 2003; DIAS, 2006).

Diante destes impactos ambientais, as empresas têm sofrido com o esgotamento de recursos naturais, limitando a sua matéria prima para produção, além disso, o aumento de consumidores preocupados em priorizar produtos, serviços e empresas que tenham atitudes ecologicamente correta, tem feito com que as estratégias das indústrias sofram mudanças ao englobar os requisitos ambientais (DEY *et al.*, 2011; RIBEIRO; SANTOS, 2012, GMELIN; SEURING,

2014). Procurando uma forma de amenizar os impactos ambientais, surge à necessidade de criar um vínculo entre as práticas comerciais e a sustentabilidade, ligado sempre a necessidade de reduzir os custos na cadeia produtiva, ao mesmo tempo em que as práticas verdes adotadas contribuem para tornar a cadeia de suprimentos mais sustentável e, conseqüentemente, geram um diferencial competitivo para a empresa (LUTHRA *et al.*, 2016).

Desta forma, torna-se essencial pensar em uma nova abordagem de modelo de desenvolvimento econômico de países e empresas, de modo que esse novo conceito coloque o entendimento econômica e ambiental no centro das preocupações de decisões dos *stakeholders*. Assim, o conceito de economia circular é um novo modelo de gestão que visa o desenvolvimento de novas relações entre empresas e meio ambiente, permitindo repensar no modelo atual ao se inspirar na própria natureza para desenvolver uma economia de “ciclo de vida fechado” dos produtos, onde as empresas passam a ser simultaneamente consumidoras e fornecedoras de matéria-prima, que são infinitamente reincorporadas no ciclo produtivo. É necessário balancear esse novo modelo de gestão da economia circular com outras abordagens econômicas e sociais, de modo que a os três pilares da sustentabilidade (economia, sociedade e meio ambiente) funcionem em um modelo de alta performance, gerando assim uma contribuição sócio ambiental com base nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (LEITÃO, 2015; BARROS, 2019). As ODS que embasam esse objetivo são: Objetivo 12 (Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis), Objetivo 13 (Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos), Objetivo 14 (Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável), Objetivo 15 (Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade) (ONU, 2015)

Dentro deste propósito, surge o *Green Supply Chain Management* (GSCM), sendo este um conceito híbrido entre os fundamentos da gestão ambiental e os objetivos da cadeia de suprimentos (SRIVASTAVA, 2007). Diferentes escopos são tratados dentro do GSCM, tais como sistemas de gestão ambiental, produção enxuta, *ecodesign*, matéria-prima ecológica e fornecedores (ou compras) verde, e todos visam tornar a cadeia logística mais sustentável, sendo este último tópico (fornecedores verdes) o propósito trabalhado dentro desta pesquisa, que visa a sinergia entre a empresa e os seus fornecedores, de forma a minimizar os

desperdícios, otimizar os recursos e diminuir os impactos no meio ambiente (LOPES *et al.*, 2013; GOVINDAN *et al.*, 2016; MANGLA *et al.*, 2016; GUPTA;BARUA, 2017).

Com ênfase nas iniciativas de práticas verdes nas operações da cadeia de suprimentos, os fornecedores verdes se tornaram cada vez mais necessários no processo produtivo, tornando-se relevante avaliar o desempenho do fornecedor e selecionar o que melhor se ajusta aos objetivos e problemas de sustentabilidade enfrentados pela organização (SARKIS; DHAVALE, 2015). Desta forma, é necessário selecionar fornecedores que estejam de acordo com as diretrizes ambientais da empresa. Esse processo levanta inúmeros fatores, que são dificultados pelas incertezas do processo, Hillier e Liberman (2013), sustentam que isso ocorre, pois, as decisões raramente são tomadas em ambiente onde existe certeza dos fatores que a cercam. Problemas que envolvem escolhas são comuns na indústria como um todo, incluindo as decisões de âmbito ambiental. Para Lima Jr (2013), o processo de tomada de decisão dentro de uma indústria pode ser visto como um problema de decisão, no qual diversos critérios devem ser considerados no julgamento e escolha das possíveis.

Dentro das ciências exatas, na perspectiva da tomada de decisão, existem modelos matemáticos, dentre eles, o método de apoio à tomada de decisões multicritérios (MATDM, em inglês MCDM), caracterizado por resolver problemas nas quais critérios são conflitantes e os julgamentos são subjetivos (GOMES; GOMES, 2012).

Neste sentido, é importante considerar que a seleção de fornecedores é uma parte integrante da cadeia de suprimentos, é necessário avaliá-los e classificá-los sobre a sua postura em relação às diretrizes ambientais da empresa estudada, fomentando a consciência ambiental no âmbito industrial e possibilitando a empresa a trabalhar com fornecedores que compartilham os mesmos valores que ela. (DE BOER *et al*, 2001). A escolha da ferramenta MATDM, se deve ao fato que, a metodologia analisa todos os parâmetros que envolvem uma decisão, como as opiniões qualitativas sobre um fornecedor. Tendo em vista essas informações, a metodologia facilita o encontro dos melhores fornecedores, por meio de um modelo matemático, para que assim, seja alcançado o melhor resultado possível. Dentre as inúmeras opções de análise multicritérios, está o TOPSIS FUZZY, que visa diminuir as incertezas do processo e encontrar a melhor solução (LIMA JR, 2013).

Diante disso, o objetivo geral do estudo é auxiliar, por meio de métodos matemáticos, a seleção de fornecedores verdes em uma empresa de cosméticos naturais, utilizando o método *Analytic*

Hierarchy Process (AHP) e *Fuzzy Topsis*. Alinhado a este objetivo, os objetivos específicos são: definir as variáveis a serem analisadas (a partir da literatura), identificar os critérios a partir das práticas do GSCM, aplicar a metodologia AHP para modelar os pesos dos critérios, executar o modelo *Fuzzy Topsis* para a classificação, analisar e interpretar os resultados obtidos.

2. Revisão de literatura

Neste tópico serão abordados conceitos referentes às práticas *Green Supply Chain Management*, AHP e *Fuzzy Topsis*, que servirão como base para o desenvolvimento do trabalho.

2.1. Green Supply Chain Management

O *Green Supply Chain Management* (GSCM) está inserido na chamada “logística verde”, seus princípios vêm tanto da literatura de *Supply Chain Management* quanto Bibliografias de Gestão Ambiental. As influências e relações de GSCM e do ambiente industrial são reforçadas quando um componente verde é adicionado a qualquer processo (SRIVASTAVA, 2007). O CGSM tem como foco integrar princípios da gestão da cadeia de suprimentos com a gestão ambiental, garantindo que a empresa continue a crescer e a lucrar, aliado com o aumento da eficácia ecológica (MUDULI *et al.*, 2013).

A GSCM atenta para movimentos inovadores na área de sustentabilidade, ou seja, vão além do cuidado com os resíduos gerados e a poluição, assim, o desenvolvimento de parceiros ao longo da cadeia, buscando estimular contratação de insumos e serviços de empresas que possuam certificações do tipo ISO 14000, que determina as diretrizes para a prática de gestão ambiental dentro de empresas, ou que, ao menos, demonstrem-se preocupados com a redução do impacto ambiental gerado na cadeia (SARKIS, 2003; PAULRAJ, 2009).

Quando as práticas de GSCM são integradas em toda a cadeia de fornecimento, tanto em relação ao produto, quanto à logística aplicada, isso tem influência positiva no impacto ambiental da empresa (SHARMA *et al.*, 2017). Além disso, ao adotar a ferramenta, a empresa gera vantagens ao tornar suas atividades ambientalmente amigáveis, resultando em melhorias econômicas, social e ambiental nos indicadores de desempenho (TSAI *et al.*, 2016). Segundo Large e Thomsen (2011), a prática da GSCM deve abordar as seguintes atividades: design, seleção de matéria-prima, compras verdes, manufatura verde, distribuição verde, acompanhamento dos

impactos ambientais durante o ciclo de vida do produto e logística reversa, sendo as compras verdes o foco dessa pesquisa.

2.1.1. Fornecedores verde

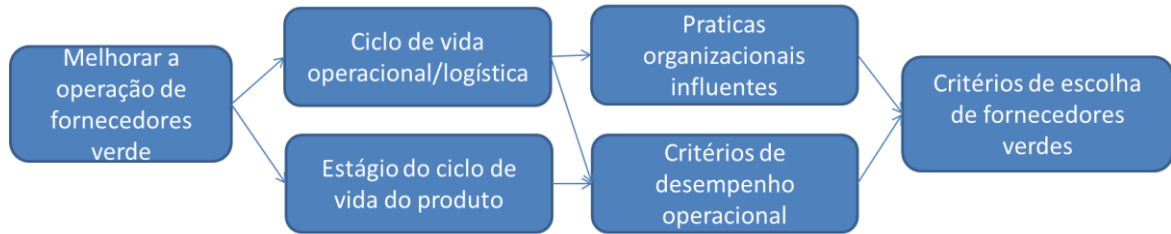
A seleção de fornecedores é um dos pontos chaves da cadeia de suprimentos, impactando na qualidade e nos custos do produto, assim como no desempenho da cadeia como um todo, podendo ser considerada uma das partes de maior influência estratégica (PHOCHANIKORN; TAN, 2019). Desta forma, na última década, muito tem se discutido sobre a necessidade de implementar práticas sociais, ambientais e éticas ao lado das questões econômicas e produtivas ao processo de seleção de fornecedores, apesar disso, são poucos os estudos que utilizam o MATDM com enfoque em critérios sustentáveis (TROJAN; GUARNIERI, 2019).

Diante dessa necessidade, um dos focos do GSCM é melhorar o desempenho ambiental dos fornecedores de uma empresa, alimentando uma postura ambiental proativa ao invés de reativa, desenvolvendo uma demanda de fornecedores verdes dentro da cadeia de suprimentos (NUNES; BENNETT, 2010). A concepção de fornecedores verdes está totalmente ligada as práticas de compras verdes, que nada mais é que a compra consciente que visa reduzir os resíduos, promover a reciclagem e estimular a recuperação dos materiais sem interferir na qualidade dos produtos, desta forma, o fornecedor verde pode ser considerado aquele que ajuda no processo de esverdear a cadeia de suprimentos, onde os objetivos ambientais do fornecedor estão alinhados as práticas verdes da empresa, e os produtos e serviços tenham baixo custo, alta qualidade e conformidade com os padrões ambientais (IAGARASHI *et al*, 2013; Santos, 2018; MIRANDA *et al*, 2018).

Para a realização do processo de compras verdes, é necessário identificar as necessidades ambientais da empresa compradora e decidir os critérios de seleção verdes que serão utilizados nas propostas para a gama de fornecedores. Após isso, é necessário realizar uma qualificação dos fornecedores que atendem os requisitos básicos propostos pela empresa, em sequência, avaliar detalhadamente os fornecedores em uma seleção final. Por último, é necessário monitorar o desempenho dos mesmo após a contratação (IAGARASHI *et al*, 2013).

Sarkis (2013), defende que a meta da organização que deseja seguir as premissas do GSCM para definir empresas parceiras, e assim fazer compras verdes, deve seguir o fluxo de relações descritas na Figura 1:

Figura 1: Fluxo de decisões verdes



Fonte: Adaptado de Sarkis (2013)

A figura 1 traz a metodologia proposta por Sarkis (2013), a qual traz as etapas recomendadas para se alcançar o objetivo, que é melhorar a operação com fornecedores verde, desta forma, é necessário analisar o ciclo de vida do produto ao mesmo tempo em que se analisa o estágio atual do ciclo de vida do produto. Com essas informações, é possível definir quais são as práticas organizacionais que interferem no ciclo de vida do produto e na escolha de fornecedores, aliado a essa etapa, deve-se analisar os critérios de desempenho que a empresa adota, assim será possível definir os critérios para a seleção de fornecedores verdes.

2.1.2. GSCM na indústria de cosméticos

A indústria de cosméticos é uma indústria ampla que pode ser considerada multidisciplinar, envolvendo disciplinas como, química, dermatologia, biologia, farmácia e medicina, além disso, está fortemente associado aos hábitos culturais e econômicos. O mercado brasileiro de cosméticos, é considerado o quarto maior mercado do mundo e, segundo a Associação Brasileira de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos, esse mercado vem crescendo cada vez mais, marcando um aumento de 16,5% no ano de 2018 (ABIHPEC, 2019). Com o aumento de mercado e um crescente apelo ambiental sendo cobrado por parte dos usuários, a indústria de cosmético no Brasil passou a implementar técnicas de GSCM dentro das suas operações, principalmente como estratégia para driblar ao chamado *Green Whash*, em que marcas e empresas apenas propagam uma imagem sustentável para atrair clientes (NUNES *et al*, 2018). Em geral, as empresas dessa indústria trabalham com a sua política de compra e seleção de seus fornecedores com a economia de escala, tendo muitas vezes apenas um único fornecedor (GRANDI *et al*, 2019). Para se adequar a esse novo cenário de práticas verdes RECH *et al*. (2016), defende um trabalho, comparando as práticas ambientais adotadas pelas 3 principais marcas de cosméticos do país, Avon, Boticário e Natura, este trabalho traz como resultado o

fato que, existe uma crescente preocupação com a cadeia de suprimento e a logística verde, dentre as principais práticas adotadas estão os níveis de qualidade “verde” que essas empresas solicitam aos seus principais fornecedores, destaca-se pontos como a logística reversa, a eficiência energética e o descarte de resíduos, dando destaque a empresa Natura, considerada referência no cuidado ambiental com a cadeia de suprimentos.

Para conseguir facilitar a adoção das práticas do GSCM, algumas empresas de cosméticos separam os seus fornecedores conforme o porte da empresa e o produto que ela oferece para a companhia, dando enfoque para a práticas as empresas que fornecem matéria prima de alto impacto no processo, pois os pequenos produtores são ainda muito difíceis de se adequar as práticas ou a quantidade de material fornecido não justifica o esforço de se adequar (DE CARVALHO; BARBIERI, 2013).

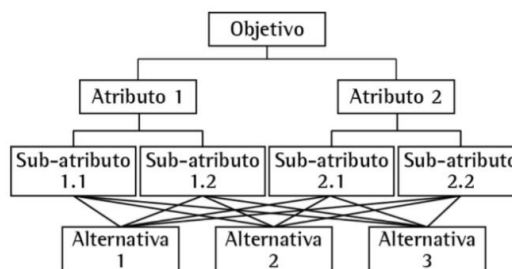
2.2..AHP

Desenvolvido por Saaty na década de 70, o AHP ainda é referência para solucionar problemas que envolvam critérios subjetivos. O método propõe a decomposição e síntese das relações entre os critérios, desta forma se prioriza os indicadores e aproxima-se de uma melhor resposta para o desempenho dos mesmos (SAATY, 2008).

O desenvolvimento do método segue algumas etapas listadas a seguir (SAATY, 2008):

- 1) Definição do problema e as áreas do conhecimento que serão exploradas;
- 2) Construção da árvore hierárquica: a problemática proposta deve formar uma hierarquia, permitindo visualizar a mesma em termos de objetivos, critérios e opções. Desta forma, o objetivo se encontra na parte superior, seguida pelos critérios e subcritérios na parte intermediária, e as opções na parte inferior, como ilustra a Figura 2:

Figura 2: Árvore Hierárquica



Fonte: Alves e Alves (2015)

- 3) Construção de uma matriz de comparação paritária; nesta etapa se define os pesos das alternativas em relação aos critérios, e dos critérios em relação aos objetivos, utilizando a escala proposta por Saaty (2008), vista na Tabela 1.

Tabela 1: Escala Verbal

Escala Verbal	Valor Correspondente
A tem mesma importância que B	1
A tem importância moderada sobre B	3
A tem importância forte sobre B	5
A tem importância muito forte sobre B	7
A tem importância extrema sobre B	9
Valores intermediários	2, 4, 6, 8.

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

- 4) Cálculo da consistência ocorre por meio dos índices de consistência (IC), índice de consistência aleatória (ICA) e relação de consistência (RC), que podem ser vistas nas equações abaixo, onde n representa a ordem da matriz:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$ICA = \frac{1,98(n-2)}{n} \quad (2)$$

$$RC = \frac{IC}{ICA} \quad (3)$$

Segundo Taha (2003), para considerar um julgamento consistente, o RC deve ter um valor máximo de 0,1 ou 10%, caso ultrapasse é recomendado rever os julgamentos.

2.3. *Fuzzy Topsis*

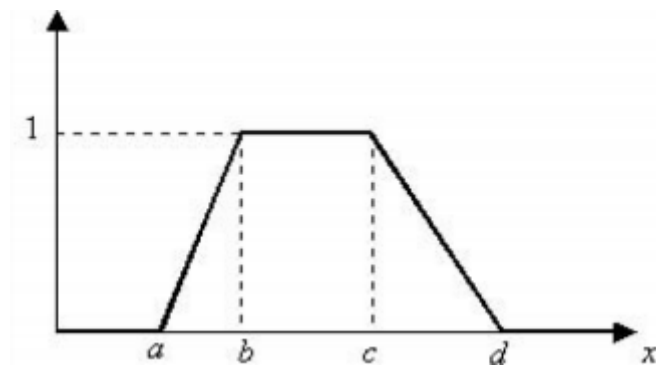
Como citado anteriormente, uma das ferramentas utilizadas no método de apoio a tomada de decisões multicritérios é o TOPSIS, desenvolvido por Hwang & Yoon(1981), que tem como princípio a escolha de solução que esteja mais próximo do ideal, nela os julgamentos os pessoais do especialistas são representados por valores numéricos (LIMA JR, 2013).

Hwang e Yoon (1981) defendem que a solução ideal é obtida com os melhores valores de cada critério de decisão, em geral, os critérios de avaliação podem ser classificados em dois tipos: benefício e custo. O critério “benefício” é um valor que quanto maior melhor e o critério no “custo” vale o inverso.

Apesar de ser considerado um método de fácil aplicação e de bons resultados, para auxiliar na seleção de fornecedores, o método pode ser ineficaz pelas inúmeras decisões em cenários de incerteza.

Diante disso, Chen (2000) é o primeiro autor a sugerir a utilização da lógica *Fuzzy* integrada ao método. A lógica *fuzzy* foi introduzida nos meios científicos em 1965 por Lofti Asker Zadeh, nela um número *fuzzy* μ pode ser definido por um número \tilde{N} , definido por $\tilde{N} = (N1, N2, N3, N4)$., a Figura 3 apresenta os números fuzzy trapezoidais utilizados neste trabalho:

Figura 3: Número trapezoidal



Fonte: Gabriel et al (2010)

Com isso, a metodologia Fuzzy Topsis obedece aos seguintes passos:

Passo1: Os pesos e as pontuações são representados por valores linguísticos descritos na no Tabela 2:

Tabela 2: valores linguísticos

Variáveis linguísticas	Cód	A	b	C	D
		0	0	1	2
Ruim	R	1	2	2	3
Meio Ruim	MR	2	3	4	5
Aceitável	A	4	5	5	6
Meio Bom	MB	5	6	7	8
Bom	B	7	8	8	9
Excelente	E	8	9	10	10

Fonte: adaptado de Chen (2000)

A matriz de decisão é composta por números *fuzzy* trapezoidais, definidos no intervalo [0,10];

Além disso é necessário normalizar e ponderar os valores da matriz:

$$d_j^* = \text{Max } d_{ij} \text{ e } r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij} c_{ij} d_{ij}}{d_j^* d_j^*} \right), \quad (4)$$

Calcular as soluções ideais positivas, representadas por A^+ , e as soluções negativas, que representam o pior cenário possível e será representado por A^- :

$$A^+ = P_1^+ + P_2^+ + P_3^+ + \dots + P_m^+ \quad (5)$$

$$A^- = P_1^- + P_2^- + P_3^- + \dots + P_m^- \quad (6)$$

No qual,

$$P_j^+ = \max_i P_{ij}, j \in J_1; \min_i P_{ij}, j \in J_2$$

$$P_j^- = \min_i P_{ij}, j \in J_1; \max_i P_{ij}, j \in J_2$$

Passo 2: Calcular as distancia euclidianas entre A_i e os benefícios (A^+) e custos (A^-):

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n W_j (d_{ij}^+)^2} \quad (7)$$

$$d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n W_j (d_{ij}^-)^2} \quad (8)$$

onde,

$$d_{ij}^+ = P_j^+ - P_{ij}, \text{ com } i = 1 \dots m \text{ e } d_{ij}^- = P_j^- - P_{ij}, \text{ com } i = 1 \dots m$$

O qual o número *fuzzy* trapezoidal descrito por: $\tilde{N} = (N1, N2, N3, N4)$.

Passo 3: Calculo da proximidade relativa (ξ_i) em relação a solução ideal a luz de cada critério:

$$\xi_i = \frac{d_i^-}{(d_i^+ + d_i^-)} \quad (9)$$

Passo 4: A partir das proximidades calculadas, classificar os valores de ξ do maior para o menor, desta forma, as melhores alternativas serão aquelas com os maiores valores obtidos.

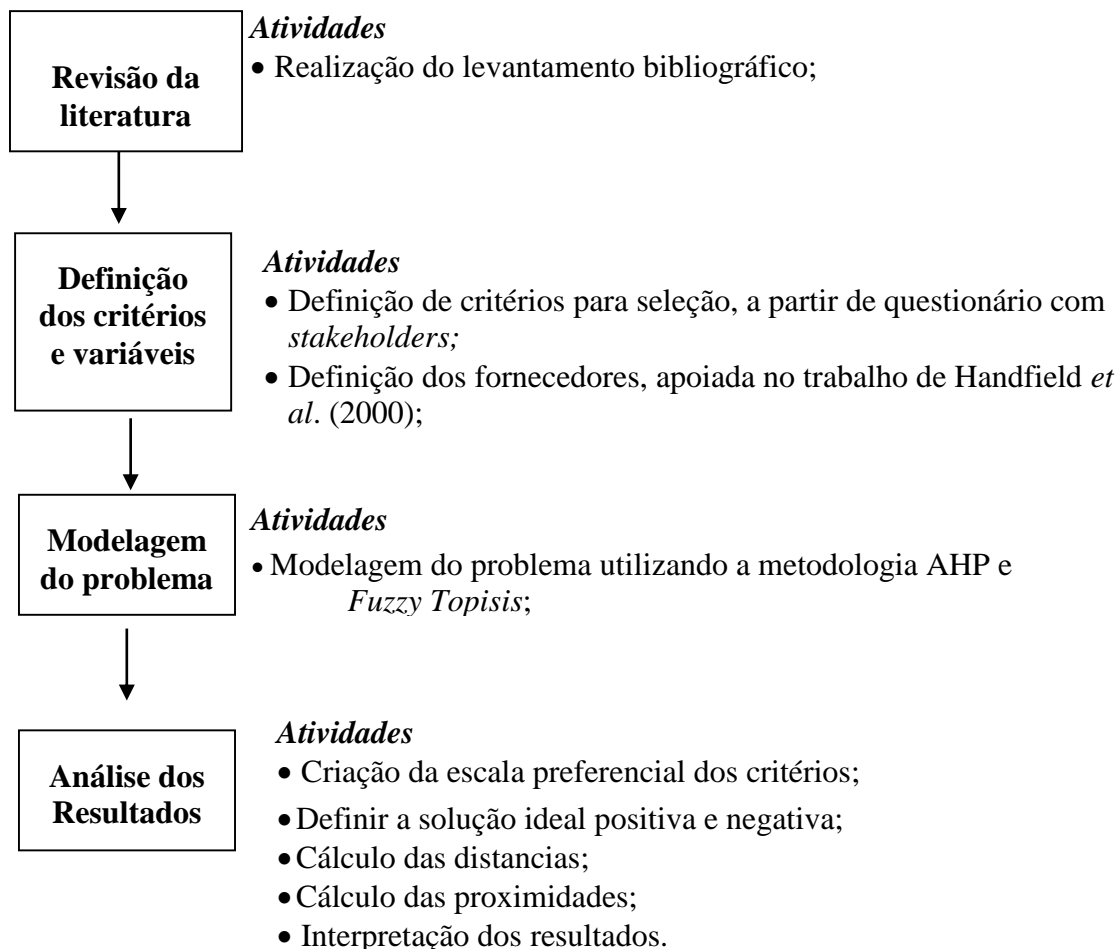
3. Metodologia

Tomando como base Silva e Menezes (2001), o presente trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, onde a aplicação prática produz conhecimento para soluções de problemas reais,

visto que o método estudado é aplicado em uma empresa local. Ainda segundo os autores, a abordagem do projeto é considerada quantitativa, pois se fundamenta em valores numéricos, porém, seus julgamentos e resultados serão em âmbito qualitativos. Em relação aos objetivos este estudo se classifica como pesquisa exploratória, onde visa tornar a problemática mais familiar, tornando-a mais explícita por meio de entrevistas com pessoas que tem conhecimento prático com a problemática, desta forma, assume, de forma geral, o formato de estudo de caso (SILVA; MENEZES, 2001).

O presente trabalho seguiu o método de pesquisa apresentado na Figura 4:

Figura 4 - Etapas do projeto



Fonte: Autor (2019)

De forma geral, observando a Figura 4 constata-se as macros fases na execução do estudo. Primeiramente, houve a definição do problema através da árvore hierárquica, depois a adequação

dos critérios, baseados na literatura e em entrevistas com a fundadora da marca para que houvesse melhor entendimento das necessidades da empresa, desta forma, foi adaptado o material contido na literatura para a realidade da marca trabalhada.

Em seguida, foi feita a análise e seleção dos fornecedores que iriam estar presentes no estudo, seguindo os pressupostos de Handfield *et al.* (2000), onde é necessário analisar a volumetria e a importância do fornecedor, e como esse impacta o trabalho aplicado, assim, foram definidos os fornecedores utilizando-se do portfólio da empresa. Em seguida, o problema foi modelado utilizando-se das premissas de Métodos de Apoio à Tomada de Decisão Multicritérios (MATDMC), onde foi analisado a árvore hierárquica, para a definição da problemática e análise das alternativas (fornecedores). Por fim, foram selecionados 3 especialistas, duas pessoas envolvidas com o processo produtivo e os fornecedores, e um especialista na parte ambiental. Estes, julgaram cada critério e cada fornecedor, a luz dos critérios, paritariamente, cada um de forma individual e sem ter o conhecimento dos outros julgadores, nesta etapa foi utilizado o método AHP. Posteriormente, definiu-se a matriz de decisão para implementação do modelo *Topsis* para o *ranqueamento* dos fornecedores selecionados. A descrição detalhada das etapas do método e os resultados da aplicação podem ser vistos na seção 4.

4. Resultados e discussões

O presente capítulo apresenta o processo de desenvolvimento e aplicação das metodologias AHP e *Fuzzy Topsis*. A aplicação foi realizada dentro de uma empresa de cosméticos naturais localizada na cidade de Maringá, no estado do Paraná. O ramo de cosméticos naturais vem crescendo a cada dia no mundo, esse nicho industrial visa produzir produtos por meio de substâncias consideradas naturais obtidos basicamente através das técnicas de arraste a vapor, destilação e prensagem de sementes, frutos, flores, cascas e folhas, que não agredam o meio ambiente e sejam predominantemente sem compostos industriais (MIGUEL, 2011).

A empresa em estudos foi fundada no ano de 2018, porém, apesar de nova, foi escolhido devido ao seu forte apelo ambiental e seus fortes valores sustentáveis, que abrangem fornecer produtos formulados com ingredientes que não afetem o seu consumidor ou o meio ambiente, estimular a produção artesanal e o desenvolvimento de produtores locais. Hoje, a empresa utiliza um método de seleção de fornecedores baseado no preço e na variedade de produtos, optando por fornecedores que oferecem maior gama de produtos em um mesmo local, porém é de desejo da empresa aplicar

uma seleção verde para definir seus fornecedores, e com isso os mesmos passarem a compartilhar dos mesmos ideias que a marca.

4.1. Definição do problema e criação da árvore hierárquica

Como citado na literatura, a primeira necessidade é a definição e entendimento do problema através da criação da árvore hierárquica. Para a construção da mesma, é necessário definir qual a solução que se deseja obter, que foi previamente definido na introdução e objetivos do presente estudo que consiste em selecionar fornecedores verdes, através de uma metodologia híbrida de MATDM., os critérios que serão utilizados para se chegar ao objetivo esperado e as opções disponíveis, que nesse caso são os fornecedores.

Para definir os critérios que serão empregados para a seleção de fornecedores, usou-se como base os estudos de Lima JR e Amaro (2015), adequados para a realidade da empresa estudada, através de um *brainstorming* feito com um funcionário da empresa, responsável por selecionar os fornecedores, deste modo, os critérios apresentados pelos autores foram analisados, e os que condiziam com a realidade e os ideais da empresa estudada foram mantidos no escopo, além disso, foi acrescentado o critério 4 - Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis- pois o mesmo era um forte incômodo relatada pela marca.

Os critérios escolhidos, foram selecionados de modo que atendam a empresa no futuro, pois atualmente, devido a questões burocráticas a marca está limitada quanto aos fornecedores, assim os critérios foram desenvolvidos visando um cenário ideal. Diante desta realidade, os critérios estão em concordância com a essência da organização, que investe em um consumo consciente, trabalhando com produtos que agrida da menor forma o meio ambiente, que faça parte de um modelo de economia circular ao utilizar embalagens que na sua grande maioria não contem plástico e são retornáveis, além disso, criar o hábito de incentivar seus consumidores a reciclarem e retornarem suas embalagens.

Os critérios selecionados foram o reaproveitamento de matéria prima, que visa analisar o quanto o fornecedor aproveita inteiramente a matéria-prima, evitando o desperdício. O segundo critério abrange a logística reversa das embalagens, considerando a forma que o fornecedor se preocupa com as embalagens e com o material vendido, ou seja, se ela pratica a logística reversa, já o critério 3, reaproveitamento de energia e eficiência energética, tem como objetivo visualizar que tipo de energia que o fornecedor utiliza para sua produção e se o mesmo possui algum programa para reaproveitar a energia ou diminuir o consumo, já o ultimo critério, uso de embalagens para

armazenamento e envio sustentável, atende a forma como o consumidor envia o seu produto para a empresa, visando que ele utilize o mínimo de material possível e que o mesmo não seja prejudicial ao meio ambiente. Assim, os critérios definidos podem ser vistos no Quadro 1:

Quadro 1: critérios selecionados

C1	Reaproveitamento de matéria – prima
C2	Logística reversa de embalagens
C3	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
C4	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis

Fonte: Autor (2019)

Após a definição dos critérios é necessário definir os fornecedores, para a definição desta etapa se utilizou como base os estudos de Handfield *et al.* (2000), que defende a necessidade da priorização dos fornecedores segundo a influência que o mesmo tem para a cadeia produtiva e o volume fornecido. Desta forma, foram levantados junto à organização os fornecedores considerados estratégicos para a empresa, ou seja, que fornecem material de impacto e em grande volume. Por questões de ética, os nomes dos fornecedores foram substituídos e os mesmos podem ser vistos no quadro 2:

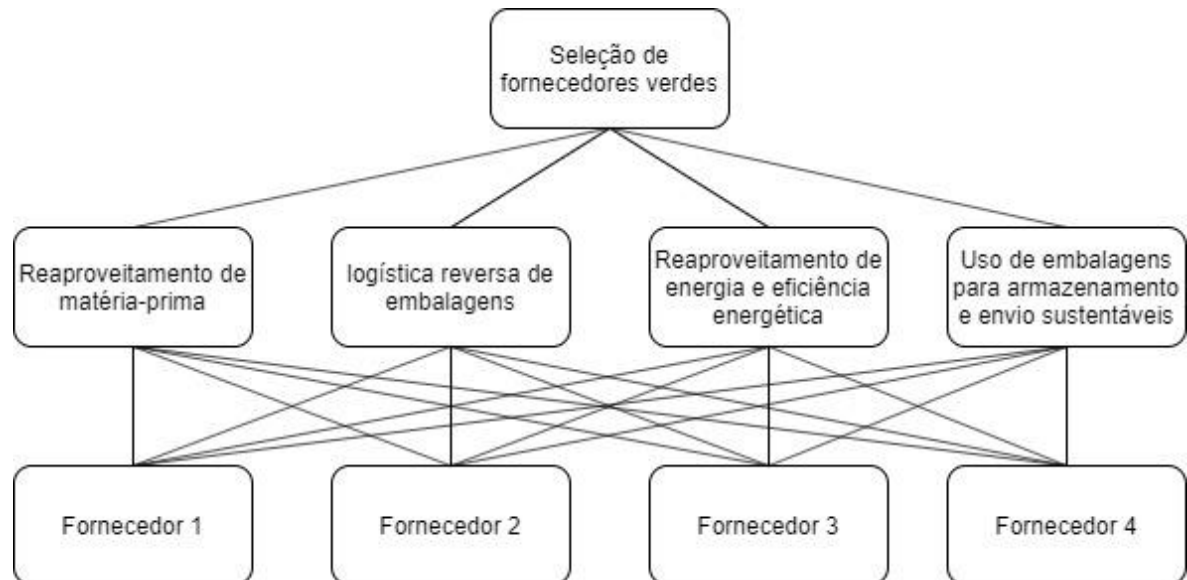
Quadro 2: Fornecedores utilizados na pesquisa

Fornecedores	
Fornecedor 1	Óleos vegetais e essenciais
Fornecedor 2	Óleos vegetais, essenciais e termo ativos
Fornecedor 3	Embalagens
Fornecedor 4	Ervas

Fonte: Autor (2019)

Com os 3 elementos definidos, foi possível a elaboração da árvore hierárquica, que pode ser vista na figura 5:

Figura 5: árvore hierárquica de decisão



Fonte: autor (2019)

Com a criação da árvore, é possível definir a problemática, sendo esta a seleção de fornecedores verdes, e visualizar seus níveis e necessidades.

4.2. Avaliação dos critérios e dos fornecedores

A segunda etapa do processo foi avaliar cada critério e cada fornecedor a luz dos critérios de forma paritária. Para a realização deste processo, os três tomadores de decisões, que foram previamente definidos, foram questionados individualmente, primeiro respondendo paritariamente sobre cada critério e depois respondendo sobre os fornecedores a luz de cada critério. Para a definição dos pesos dos critérios, as respostas foram baseadas na linguagem verbal para a metodologia AHP definida previamente no tópico 2.2 e o questionário respondido pode ser visto no Quadro 3:

Quadro 3: Questionário critério

D1		
Critério A	Valor	Critério B
Reaproveitamento da matéria prima	0,333333333	Logística reversa de embalagens
Reaproveitamento da matéria prima	1	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Reaproveitamento da matéria prima	1	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Logística reversa de embalagens	0,25	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Logística reversa de embalagens	2	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Reaproveitamento de energia e eficiência energética	3	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
D2		
Critério A	Valor	Critério B
Reaproveitamento da matéria prima	0,142857143	Logística reversa de embalagens
Reaproveitamento da matéria prima	0,5	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Reaproveitamento da matéria prima	0,111111111	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Logística reversa de embalagens	0,2	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Logística reversa de embalagens	0,2	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Reaproveitamento de energia e eficiência energética	0,333333333	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
D3		
Critério A	Valor	Critério B
Reaproveitamento da matéria prima	0,333333333	Logística reversa de embalagens
Reaproveitamento da matéria prima	1	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Reaproveitamento da matéria prima	0,25	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Logística reversa de embalagens	0,142857143	Reaproveitamento de energia e eficiência energética
Logística reversa de embalagens	0,5	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis
Reaproveitamento de energia e eficiência energética	4	Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis

Fonte: Autor (2019)

Após esse passo, cada um dos decisores analisou os fornecedores selecionados a luz de cada critério, porém a linguagem verbal utilizada para esta etapa foi a *fuzzy*, definida no tópico 2.3. As respostas deste questionário enfrentaram algumas barreiras, infelizmente alguns dos fornecedores não quiseram informar a priori alguns pontos necessários para a análise, atrasando a pesquisa e dificultando o entendimento da produção. As respostas obtidas podem ser vistas no Quadro 4:

Quadro 4: Fornecedores a luz de cada critério

D1				
	C1	C2	C3	C4
F1	B	R	A	MR
F2	B	MR	A	A
F3	MR	R	MR	B
F4	B	R	MR	R

D3				
	C1	C2	C3	C4
F1	MB	R	A	R
F2	MB	R	A	R
F3	A	A	A	B
F4	MB	R	A	R

D2				
	C1	C2	C3	C4
F1	B	R	A	R
F2	A	R	MR	MR
F3	R	R	MR	B
F4	B	R	MR	R

Fonte: Autor (2019)

Com os julgamentos realizados, a próximo passo é confirmar a consistência desses julgamentos e definir o peso de cada um dos critérios para realizar a classificação posteriormente. Para a definição

dos pesos, é necessário primeiro calcular a relação de consistência de cada julgamento dos critérios, através das equações 1, 2 e 3. O valor é obtido através de uma Matriz feita a partir do cálculo da média dos valores obtidos no processo, construídas de forma que na diagonal principal ficasse o número 1, acima dela a média dos julgamentos, e abaixo da matriz principal o inverso da transposta. Após a normatização dessa matriz, é possível calcular o índice de consistência e, a partir dele, a relação de consistência que pode ser analisada na tabela 4:

Tabela 4: cálculo do RC

λ_{max}	IC	n	ICA	RC
4,829442	0,276481	4	1,98	0,1

Fonte: Autor (2019)

Na Tabela 4, é possível observar que o valor da relação de consistência (RC) está no limite 0,1 ou 10%, demonstrando que os julgamentos são consistentes e podem ser utilizados nos passos seguintes, seguindo-se assim os pressupostos metodológicos de Taha (2003) e Satty (2008).

Assim, com os valores obtidos no julgamento de cada critério e a partir da matriz elaborada com eles, foram definidos os pesos de cada critério a partir do Vetor Eigen, visto no Quadro 4:

Quadro 4: Peso definido para cada critério

Critério	C1	C2	C3	C4
Peso	0,148913	0,214976	0,43682	0,19929111

Fonte: Autor (2019)

Desta forma, fica comprovado que os julgamentos são consistentes e definido o peso de cada critério para a elaboração do *rankeamento*.

4.3. Fuzzyficação e aplicação do Fuzzy Topsis

A última etapa do processo, consiste em transforma a matriz de julgamento dos fornecedores a luz de cada critério em valores *fuzzy*, e realizar o *rankeamento* a partir da metodologia *Topsis*. Desta forma, as três matrizes de julgamento foram transformadas em números *fuzzy* trapezoidal $\tilde{N} = (a,b,c,d)$ e feito uma matriz média *fuzzificada* com esses valores, como é possível analisar na tabela 5:

Tabela 5: Matriz fuzzificada

Média das decisões																
Fornecedor	C1				C2				C3				C4			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
F1	6,33	7,33	7,67	8,67	1,00	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,00	6,00	1,33	2,33	2,67	3,67
F2	5,33	6,33	6,67	7,67	1,33	2,33	2,67	3,67	3,33	4,33	4,67	5,67	2,33	3,33	3,67	4,67
F3	2,33	3,33	3,67	4,67	2,00	3,00	3,00	4,00	2,67	3,67	4,33	5,33	7,00	8,00	8,00	9,00
F4	6,33	7,33	7,67	8,67	1,00	2,00	2,00	3,00	2,67	3,67	4,33	5,33	1,00	2,00	2,00	3,00

Fonte: autor (2019)

A partir destes valores, juntamente com os pesos definidos na etapa anterior, foi construída a matriz de decisão, que pode ser vista na tabela 6.

Tabela 6: Matriz média das decisões

Matriz Média das decisoes																
Critérios	C1				C2				C3				C4			
Pesos	0,14891				0,21497				0,43682				0,19929			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
F1	6,33	7,33	7,67	8,67	1,00	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,00	6,00	1,33	2,33	2,67	3,67
F2	5,33	6,33	6,67	7,67	1,33	2,33	2,67	3,67	3,33	4,33	4,67	5,67	2,33	3,33	3,67	4,67
F3	2,33	3,33	3,67	4,67	2,00	3,00	3,00	4,00	2,67	3,67	4,33	5,33	7,00	8,00	8,00	9,00
F4	6,33	7,33	7,67	8,67	1,00	2,00	2,00	3,00	2,67	3,67	4,33	5,33	1,00	2,00	2,00	3,00

Fonte: Autor (2019)

A matriz média das decisões foi normalizada e ponderada através da escala linear de transformação seguindo equação 4, uma vez que todos os critérios desejam ser maximizados. Em seguida, a matriz é multiplicada segundo o peso de cada critério. O resultado dessa matriz é exibido na tabela 7:

Tabela 7: matriz dos julgamentos normalizada e ponderada

Critério	Pesos	rij	a	b	c	d
C1	0,1489126	F1	0,10882	0,12600	0,13173	0,14891
		F2	0,09164	0,10882	0,11455	0,13173
		F3	0,04009	0,05727	0,06300	0,08018
		F4	0,10882	0,12600	0,13173	0,14891
C2	0,214976	F1	0,05374	0,10749	0,10749	0,16123
		F2	0,07166	0,12540	0,14332	0,19706
		F3	0,10749	0,16123	0,16123	0,21498
		F4	0,05374	0,10749	0,10749	0,16123
C3	0,436820	F1	0,29121	0,36402	0,36402	0,43682
		F2	0,24268	0,31548	0,33975	0,41255
		F3	0,19414	0,26695	0,31548	0,38828
		F4	0,19414	0,26695	0,31548	0,38828
C4	0,199291	F1	0,02952	0,05167	0,05905	0,08119
		F2	0,05167	0,07381	0,08119	0,10334
		F3	0,15500	0,17715	0,17715	0,19929
		F4	0,02214	0,04429	0,04429	0,06643

Fonte: Autor (2019)

Após essa etapa, foram definidas as soluções ideais positivas e soluções ideais negativas, seguindo as equações 5 e 6, a tabela 8 apresenta as distancias calculadas, onde A* representa a solução ideal positiva e A- a solução ideal negativa:

Tabela 8: soluções ideais positiva e negativa

		a	b	c	d
C1	A*	0,1489	0,1489	0,1489	0,1489
	A-	0,0401	0,0401	0,0401	0,0401
C2	A*	0,2150	0,2150	0,2150	0,2150
	A-	0,0537	0,0537	0,0537	0,0537
C3	A*	0,4368	0,4368	0,4368	0,4368
	A-	0,1941	0,1941	0,1941	0,1941
C4	A*	0,1993	0,1993	0,1993	0,1993
	A-	0,0221	0,0221	0,0221	0,0221

Fonte: Autor (2019)

Com o valor das soluções ideais, positiva e negativa estabelecido, calcula-se a distância para cada alternativa considerada, através da equação 7 e 8, as distâncias em relação a essas soluções são apresentadas na tabela 9.

Tabela 9: distancia para a solução ideal positiva e negativa

Positiva				
	C1	C2	C3	C4
F1	0,024635	0,114008	0,089166	0,145111
F2	0,039887	0,092221	0,124926	0,123179
F3	0,089922	0,065823	0,161886	0,02712
F4	0,024635	0,114008	0,161886	0,155793

Negativa				
	C1	C2	C3	C4
F1	0,089922	0,065823	0,177504	0,037997
F2	0,07301	0,092221	0,146614	0,058353
F3	0,024635	0,114008	0,120119	0,155793
F4	0,089922	0,065823	0,120119	0,02712

Fonte: Autor (2019)

Deste modo, o último passo é o cálculo do coeficiente de aproximação relativa (Q_i), que irá demonstrar o quão próximo o fornecedor está da solução ideal positiva e o quão longe possível da solução ideal negativa, por meio da equação 9, e o resultado é exibido na tabela 10, onde D^* demonstra a distância entre a solução positiva e D^- a distância entre a solução ideal negativa.

Tabela 10: Coeficiente de aproximação relativa (Qi)

	D*	D-	Qi
F1	0,372919	0,3712452	0,498876
F2	0,380213	0,3701994	0,493328
F3	0,344751	0,4145552	0,545966
F4	0,456322	0,3029843	0,399028

Fonte: Autor (2019)

Assim, o *ranqueamento* dos fornecedores a partir do Coeficiente de aproximação relativa calculado é identificado pelo valor de Qi.

Ao fim de todas as etapas (definição do problema e criação da árvore hierárquica, avaliação dos critérios e dos fornecedores, cálculo da relação de consistência e pesos, fuzzyficação e aplicação do fuzzy tophis) foi possível atingir o objetivo do presente trabalho, que constituiu na seleção de fornecedores verdes, apoiado nas premissas do GSCM, através de um modelo híbrido de MCDM, que contempla a metodologia AHP e *Fuzzy Topsis*.

A partir da metodologia AHP, delimitou-se a problemática, através da elaboração da árvore hierárquica, facilitando a visualização do objetivo do estudo, além disso, a metodologia permitiu a definição dos critérios e das alternativas, ou seja, os fornecedores, definindo também o peso atribuído a cada um dos critérios selecionados. É válido ressaltar, que os critérios foram definidos sustentados no desejo da marca de expandir o seu mercado, possibilitando-a a trabalhar apenas com fornecedores que atendam a estes parâmetros. A partir da Quadro 5, é possível ver a ordem de importância de cada um dos critérios, a partir do peso atribuído a cada um deles.

Quadro 5: classificação dos critérios

Classificação	Critério	PESO
1	C3 Reaproveitamento de energia e eficiência energética	0,43682
2	C2 Logística reversa de embalagens	0,214976
3	C4 Uso de embalagens para armazenamento e envio sustentáveis	0,199291
4	C1 Reaproveitamento da matéria-prima	0,148913

Fonte: Autor (2019)

Ao analisar a Quadro 5, é possível visualizar que, apesar do enfoque na problemática relatada pela fundadora da marca, o critério C4 – uso de embalagens para armazenamento e envio sustentável,

ficou em terceiro lugar na classificação, demonstrando a importância do MCDM, em transformar as opiniões qualitativas em quantitativas. Além disso, vale ressaltar a grande diferença de peso do critério C3 - Reaproveitamento de energia e eficiência energética, em relação aos outros critérios, tendo quase metade, 43,6%, da preferência total, sendo o único critério amplamente valorizado tanto pelo especialista técnico como pelos dois funcionários da empresa.

Sendo assim, tendo os três objetos principais do escopo definidos, ou seja, o objetivo, os critérios e os fornecedores, e tendo também a definição dos pesos de cada um dos critérios, foi possível, através da ferramenta *fuzzy topsis* avaliar cada um dos fornecedores, a luz de cada critério, de modo a transformar os julgamentos em valores *fuzzys* e, a partir deles, desenvolver o *rankeamento*. O quadro 6 traz o *rankeamento* realizado, baseado no valor do coeficiente de aproximação relativa (Q_i).

Quadro 6: Classificação dos fornecedores

Classificação	Fornecedor	Q_i
1º	F3	0,545966
2º	F1	0,498876
3º	F2	0,493328
4º	F4	0,399028

Fonte: Autor (2019)

No quadro 6, é possível notar que o Fornecedor 3 (F3) foi o que teve a melhor classificação, ou seja, hoje ele é o fornecedor que melhor se adequa as estratégias ambientais da empresa, deste modo, foi o fornecedor que teve o maior coeficiente de aproximação relativa de forma que este é o fornecedor que mais se aproxima da solução ideal positiva e também é o mais distante da solução ideal negativa, destacando-se principalmente dentro do critério 4 (C4) e do critério 2 (C2). Além disso, nota-se que os fornecedores 1 e 2 (F1 e F2) ficaram muito próximos no valor do Q_i , e o fornecedor 4 (F4) teve um desempenho muito inferior em relação aos outros, estando mais perto da solução ideal negativa e mais distante da solução ideal positiva, dessa forma a classificação é $F3 > F1 > F2 > F4$

5. Considerações finais

Este trabalho apresentou uma aplicação híbrida do método AHP e *Fuzzy Topsis* no apoio à tomada de decisão para a seleção de fornecedores verdes de uma fábrica de cosméticos naturais localizada na cidade de Maringá – PR. Durante todo o processo, foi possível visualizar a

crescente carência do mercado de cosméticos naturais em se adequar a economia circular, implementando métodos de redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, atendendo assim as demandas ambientais, que vem se tornando cada vez mais importante no posicionamento estratégico da empresa. Visando isso, notou-se a extrema influência que a cadeia de suprimentos exerce ao longo do processo produtivo e estratégico da empresa, criando assim uma necessidade de adotar técnicas que tornassem essa cadeia mais verde.

Um dos pontos de grande influência na cadeia de suprimentos, são os seus fornecedores, diante disso, após este trabalho foi possível utilizar de uma metodologia híbrida de apoio a tomada de decisão, para selecionar fornecedores verdes de uma fábrica de cosméticos naturais, adequando ela as demandas ambientais e aos valores sustentáveis que a empresa defende ao introduzir critérios ambientais na seleção de fornecedores. O presente estudo contribuiu também para a identificação dos fatores ambientais e critérios que devem ser predominantemente levados em consideração na avaliação e seleção de fornecedores verdes da indústria de cosméticos e a importância dos mesmo para tornar a cadeia de suprimentos mais sustentável.

A seleção do fornecedor verde foi feita observando-se os valores de Qi em ordem decrescente. Os resultados da aplicação da estrutura híbrida AHP *Fuzzy Topsis* indicam que o fornecedor F3 é o melhor parceiro ambiental no momento para a empresa. O modelo proposto representa uma estrutura importante para apoiar a tomada de decisão relacionada a cadeia de suprimentos ecológica no contexto da indústria de cosméticos naturais.

As principais dificuldades encontradas para a realização da pesquisa estão relacionadas complexidade de contato e a falta de informações que os fornecedores selecionados forneceram sobre os seus processos. Ademais, o objetivo da pesquisa foi concluído, obtendo-se o *ranqueamento* dos fornecedores conforme a proximidade dos critérios estabelecidos pela empresa.

Por fim, recomenda-se para trabalhos futuros à amplificação dos estudos, com diferentes nichos industriais para que os estudos se tornem mais completos e uma abordagem em um mesmo nicho com uma empresa de porte maior para a afirmação do estudo atual e observação de diferentes cenários em uma mesma abordagem industrial, podendo acrescentar novos critérios e fornecedores a fim de enriquecer as pesquisas.

Referências

ABIHPEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. Panorama do Setor. 2019. Disponível em < <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2019/>>. Acesso em 28 set. 2019

ALVES, José Roberto Xavier; ALVES, João Murta. **Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP)**. *Prod.*, São Paulo , v. 25, n. 1, p. 13-26, Mar. 2015

AMARO, GUILHERME DONATTO; LIMA JUNIOR, F. R. **Aplicação do método fuzzy-TOPSIS no apoio à seleção de fornecedores “verdes”**. XVII ENGEMA–Encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, São Paulo/SP, 2015.

BARROS, Murillo Vetroni et al. Ferramenta para promover a economia circular em propriedades rurais. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CHEN, Chen-Tung. **Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment**. *Fuzzy sets and systems*, v. 114, n. 1, p. 1-9, 2000.

DE BOER, L.; LABRO, E.; MORLACCHI, P. **A review of methods supporting supplier selection**. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v.7, p.75-89, 2001.

DE CARVALHO, André Pereira; BARBIERI, José Carlos. Inovações socioambientais em cadeias de suprimento: um estudo de caso sobre o papel da empresa focal. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 10, n. 1, p. 232-256, 2013.

DEY, A; Laguardia, P.; Srinivasan, M. **Building sustainability in logistics operations: a research agenda**. *Management Research Review*. 2011.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

GABRIEL, Camila Pires Cremasco; GABRIEL FILHO, Luis Roberto Almeida; CATANEO, Angelo. **Metodologia de determinação de funções de pertinência de controladores fuzzy para a avaliação energética de empresas de avicultura de postura**. *Energia na agricultura*, p. 21-39, 2010.

GMELIN, Harald; SEURING, Stefan. **Determinants of a sustainable new product development**. *Journal of Cleaner production*, v. 69, p. 1-9, 2014.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro.; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOVINDAN, Kannan et al. **Accelerating the transition towards sustainability dynamics into supply chain relationship management and governance structures**. *Journal of cleaner production*, v. 112, p. 1813-1823, 2016.

GRANDI, Bruno Valença et al. Resiliência na Cadeia de Suprimentos: O Caso de Uma Empresa de Cosméticos. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 14, n. 3, p. 44, 2019.

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

GUPTA, Himanshu; BARUA, Mukesh K. **Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS.** Journal of Cleaner Production, v. 152, p. 242-258, 2017.

HANDFIELD, R.; KRAUSE, D., SCANNELL, T.; MONCKZA, R. **Avoid the pitfalls in supplier development.** Sloan Management Review, v.41, n.2, p.37-49, 2000

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional.** 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

HWANG, Ching-Lai; YOON, Kwangsun. Methods for multiple attribute decision making. In: **Multiple attribute decision making.** Springer, Berlin, Heidelberg, 1981. p. 58-191.

IGARASHI, Mieko; DE BOER, Luitzen; FET, Annik Magerholm. **What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development.** Journal of Purchasing and Supply Management, v. 19, n. 4, p. 247-263, 2013.

KROHLING, Renato A.; CAMPANHARO, Vinicius C. **Fuzzy TOPSIS para tomada de decisão multicritério: Uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar.** Anais do XLI SBPO-Simpósio Brasileiro em Pesquisa Operacional, SOBRAPO, Porto Seguro, BA, de, p. 1-4, 2009.

LARGE, Rudolf O.; THOMSEN, Cristina Gimenez. **Drivers of green supply management performance: Evidence from Germany.** Journal of Purchasing and Supply Management, v. 17, n. 3, p. 176-184, 2011.

LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting, v. 1, n. 2, 2015.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; OSIRO, Lauro; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte.** Gestão & Produção, v. 20, n. 4, p. 781-801.2013, 2013.

LIMA JUNIOR, R. **Comparação entre os métodos Fuzzy TOPSIS e Fuzzy AHP no apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores.** 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013

Lopes, L. J., Sacomano Neto, M., & Spers, V. R. E. **Diferenças e complementaridades entre a logística reversa, ISO 14000 e o green supply chain management.** Revista Gestão Industrial, p. 225-253, 2013.

LUTHRA, Sunil; GARG, Dixit; HALEEM, Abid. **The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry.** Journal of Cleaner Production, 2016.

MANGLA, Sachin Kumar; KUMAR, Pradeep; BARUA, Mukesh Kumar. **An integrated methodology of FTA and fuzzy AHP for risk assessment in green supply chain.** International Journal of Operational Research, v. 25, n. 1, p. 77-99, 2016.

MIGUEL, Laís Mourão. Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-15, 2011.

MIRANDA, Bruno et al. Gestão da cadeia de suprimentos: análise do desempenho ambiental de fornecedores verdes por meio do método fuzzy TOPSIS. Revista de Gestão e Organizações Cooperativas, v. 5, n. 10, p. 49-64, 2018.

NUNES, Breno; BENNETT, David. Green operations initiatives in the automotive industry: An environmental reports analysis and benchmarking study. *Benchmarking: An International Journal*, v. 17, n. 3, p. 396-420, 2010.

NUNES, Janaina Aparecida Ribeiro et al. CADEIA DE SUPRIMENTOS E AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UMA PROPOSTA PARA O SETOR COSMÉTICO. *Iberoamerican Journal of Project Management*, v. 9, n. 2, p. 118-136, 2018.

ONU. 17 Metas para transformar o mundo. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>. Acesso em 21 out. 2019

PAULRAJ, Antony. Environmental motivations: a classification scheme and its impact on environmental strategies and practices. *Business strategy and the Environment*, v. 18, n. 7, p. 453-468, 2009.

PHOCHANIKORN, Patchara; TAN, Chunqiao. An Integrated Multi-Criteria Decision-Making Model Based on Prospect Theory for Green Supplier Selection under Uncertain Environment: A Case Study of the Thailand Palm Oil Products Industry. *Sustainability*, v. 11, n. 7, p. 1872, 2019.

RECH, MARILIZA et al. **Práticas de sustentabilidade voltadas à green logistic: um estudo multicaso em empresas de cosméticos atuantes no Brasil**. Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. Anais... IV SINGEP, São Paulo, 2016.

Ribeiro, R. B., Santos, E. L. **Análise das Práticas Estratégicas da Logística Verde no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. *Revista de Administração da Fatea*, P. 20-40, 2012.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade. Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora Campus, p. 1-29, 2003.

SAATY, Thomas L. **Decision making with the analytic hierarchy process**. *International Journal Of Services Sciences*, v. 1, No 1. 2008.

SANTOS, Bruno Miranda dos et al. Cadeia de suprimentos: avaliação para seleção de fornecedores verdes em um hospital universitário. 2018.

SANTOS, Bruno Miranda; GODOY, Leoni Pentiado; CAMPOS, Lucila MS. Performance evaluation of green suppliers using entropy-TOPSIS-F. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 498-509, 2019.

SARKIS, Joseph. A strategic decision framework for green supply chain management. **Journal of cleaner production**, v. 11, n. 4, p. 397-409, 2003.

SHARMA, Vijay Kumar; CHANDNA, Pankaj; BHARDWAJ, Arvind. Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 1194-1208, 2017.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 2001.

SRIVASTAVA, Samir K. Green supply-chain management: a state of the art literature review. *International journal of management reviews*, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

TAHA, Hamdy A. **Operations research: an introduction**. 7. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.

TSAI, Sang-Bing et al. Evaluating green suppliers from a green environmental perspective. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 43, n. 5, p. 941-959, 2016.

Vieira, P. E; PILAU, N. C. A “**crise financeira**”, a sustentabilidade e o capitalismo democrático. *Revista Eletrônica Direito e Política* 9.1 (2014): 608-633.

ZADEH, Lotfi A. Fuzzy sets. *Information and control*, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.