

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JEFFERSON DANTAS DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA BIOINDÚSTRIA UTILIZANDO
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO**

**MANAUS
2020**

JEFFERSON DANTAS DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA BIOINDÚSTRIA UTILIZANDO
ABORDAGEM MULTICRITÉRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Pesquisa Operacional.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Lima Medeiros

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Priscila Pauly Ribas

**MANAUS
2020**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

S237s Santos, Jefferson Dantas dos
Seleção de fornecedores em uma bioindústria utilizando
abordagem multicritério / Jefferson Dantas dos Santos . 2020
123 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Rafael Lima Medeiros
Coorientadora: Priscila Pauly Ribas
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Métodos de tomada de decisão multicritérios. 2. Bioindústria
amazonense. 3. Açaí. 4. Promethee II. 5. Fuzzy. I. Medeiros, Rafael
Lima. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

ATA Nº. 539**SESSÃO SOLENE DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO CANDIDATO JEFFERSON DANTAS DOS SANTOS**

Aos **vinte e um dias** do mês de maio do ano de dois mil e vinte, às **14 horas**, por videoconferência, na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, foi realizada a Sessão de defesa da Dissertação de MESTRADO do Bacharel em Biotecnologia **JEFFERSON DANTAS DOS SANTOS** sob a orientação do **Prof. Dr. RAFAEL LIMA MEDEIROS**, como pré-requisito à obtenção do Título de **MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, no curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas. Aberta a Sessão, o presidente **Prof. Dr. RAFAEL LIMA MEDEIROS** (UNIP) apresentou os demais membros da Banca Examinadora: **Prof. Dr. NELSON KUWAHARA** (UFAM) e Profa. **Dra. ROSANA ZAU MAFRA** (UFAM). Dando prosseguimento, o presidente da Banca esclareceu as normas do programa relativas ao exame de Dissertação e passou à palavra ao candidato para que procedesse a exposição do trabalho. A dissertação tem como título: **“SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA BIOINDÚSTRIA UTILIZANDO ABORDAGEM MULTICRITÉRIO”**, correspondente à linha de atuação: **SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO**. Findada a apresentação do candidato e as arguições de praxe, a Banca Examinadora APROVOU o candidato, declarando-o apto a outorga de título de Mestre em Engenharia de Produção. De conformidade, a banca apresentou as recomendações de adequação do texto, a serem realizadas sob a responsabilidade do orientador e supervisão da coordenação, sendo que o candidato tem até **60 (sessenta) dias** corridos a partir desta data, para entregar na coordenação a versão final da dissertação. Divulgado o resultado da Defesa, o presidente declarou encerrada a Sessão e lavrou a presente ata, que, após lida, vai por todos assinada.



Documento assinado eletronicamente por **Nelson Kuwahara, Professor do Magistério Superior**, em 25/05/2020, às 17:29, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Lima Medeiros, Usuário Externo**, em 01/06/2020, às 12:03, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosana Zau Mafra, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2020, às 14:18, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **0202079** e o código CRC **288437C7**.

*A minhas amadas esposa e filhas,
pelo incentivo e paciência a
realização deste trabalho*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, “*porque Dele e por Ele e para Ele são todas as coisas*”, Rm 11:36 ACF.

Também faço meus agradecimentos à minha esposa, Andréia, e filhas, Amanda Flor e Alda Emanuela, que foram companheiras em todos os momentos: por minha causa, mudaram de cidade e, diversas vezes, de casas para manter a família unida, mas tudo serviu para o nosso crescimento.

Sou grato ao meu pai, Walselino, e irmãos, Evanira, Jessé, Eveline e Ionah, pois me ajudaram todas as vezes em que precisei. Sei que estão muito felizes por essa conquista. Tenho sentimento de gratidão pela minha mãe, Aldenora, que em vida cuidou de mim até quando não foi mais possível.

Agradeço e reconheço o apoio do Prof. Dr. Rafael Lima Medeiros, pois, além de ser um excelente professor da disciplina de Pesquisa Operacional, também aceitou me orientar nesta pesquisa. Nesse sentido, estendo minhas gratidões à Prof^a. Dr^a. Priscila Pauly Ribas, por aceitar ser a minha coorientadora nesta dissertação.

Também faço meus agradecimentos a todos os professores e servidores do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e à Universidade Federal do Amazonas que proporcionou, na forma da lei, que eu realizasse o curso. Por fim, agradeço aos colegas da 19^a Turma do PPGEF-UFAM, pois sempre fui tratado com boa recepção e respeito.

*Não chore!
Eis que o Leão da tribo de Judá,
a Raiz de Davi, venceu.*

Apocalipse 5.5

RESUMO

A seleção de fornecedores é reconhecida como uma atividade estratégica, pois é necessário identificar bons fornecedores para a cadeia de suprimentos. Cada cadeia de suprimentos possui suas particularidades; desse modo, a cadeia produtiva da bioindústria no Amazonas caracteriza-se por empregar produtos da biodiversidade amazônica e biotecnologia em seus processos produtivos. A dificuldade enfrentada pelas bioempresas é identificar bons fornecedores de insumos da biodiversidade amazônica para atenderem seus processos industriais, para os quais é desejável um modelo eficiente e racional de seleção de fornecedores. Portanto, o objetivo deste trabalho foi propor um modelo de análise multicritério de apoio à tomada de decisão para a seleção de fornecedores de uma bioindústria. Para tal, realizou-se uma pesquisa de natureza empírica, descritiva e exploratória, com abordagem quantitativa, cujos procedimentos adotados foram: pesquisa bibliográfica, documental, pesquisa de campo, estudo de caso e pesquisa operacional. O procedimento para a seleção de fornecedores foi estruturado em cinco fases, cujos resultados apontaram o fornecedor A_2 , através dos métodos individuais, e o A_1 , por meio dos métodos combinados, para serem escolhidos. A utilização de lógica *fuzzy*, combinado aos métodos SAW, TOPSIS e PROMETHEE II, foi necessária para lidar com os julgamentos sob alta incerteza. Compararam-se os resultados dos métodos individuais e combinados, dos quais todos os métodos foram considerados aptos para resolver o problema de seleção, porém os métodos *fuzzy*-MCDM foram, comparativamente, mais complexos. Propõem-se, devido às características do problema e à qualidade descrita na literatura, o método *Fuzzy*-TOPSIS para a seleção de fornecedores desta natureza.

Palavras-chave: Seleção de fornecedores. Métodos de tomada de decisão multicritérios. Bioindústria amazonense, açaí, SAW, TOPSIS, PROMETHEE, *fuzzy*.

ABSTRACT

The selection of suppliers is recognized as a strategic activity, as it is necessary to identify good suppliers for the supply chain. Each supply chain has its particularities, thus, the bioindustry production chain in Amazonas is characterized by using products from Amazonian biodiversity and biotechnology in its production processes. The difficulty faced by bio-companies is to identify good suppliers of inputs from Amazonian biodiversity to meet their industrial processes, for which an efficient and rational supplier selection model is, of course, desirable. Therefore, the objective of this work was to propose a multicriteria analysis model to support decision making for the selection of suppliers in a bioindustry. To this end, an empirical, descriptive and exploratory research was carried out, with a quantitative approach whose procedures adopted were bibliographic, documentary, field research, case study and operational research. The procedure for selecting suppliers was structured in five phases, the results of which indicated supplier A₂, through individual methods, and A₁, through combined methods, to be chosen. The use of fuzzy logic combined with SAW, TOPSIS and PROMETHEE II methods was necessary to deal with judgments under high uncertainty. The results of the individual and combined methods were compared, of which all methods were considered apt to solve the selection problem, however the fuzzy-MCDM methods were comparatively more complex. Due to the characteristics of the problem and the quality described in the literature, the Fuzzy-TOPSIS method for selecting suppliers of this nature is proposed.

Keyword: Supplier selection. Decision making multicriteria method. Amazonian bioindustry, açai, SAW, TOPSIS, PROMETHEE, fuzzy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de rede de uma cadeia de suprimentos	27
Figura 2 - Posicionamento das fases de modelos de seleção de fornecedores.....	46
Figura 3 - Fluxograma das fases do processo de seleção dos fornecedores	53
Figura 4 - Posição geográfica das cidades onde foram realizadas as entrevistas	61
Figura 5 - Açaizeiros de uma propriedade no município de Codajás	115
Figura 6 - Produtora de açaí em sua propriedade no município de Codajás	115
Figura 7 - Produtor de açaí em sua propriedade no município de Anori	116
Figura 8 – Sala de recepção e classificação de uma "Açailândia" no município de Anori.....	116
Figura 9 - Fachada da empresa Magama	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de seleção de fornecedores para parceria.....	32
Quadro 2 - Critérios de análise de risco de desabastecimento	34
Quadro 3 - Setores propostos para bioindústria amazonense	40
Quadro 4 - Alguns critérios levantados da pesquisa bibliográfica.	58
Quadro 5 - Dados para definição do método multicritério	62
Quadro 6 - Parâmetros de comparação dos métodos MCDM.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios importantes para seleção de fornecedores na literatura	29
Tabela 2 - Produção nacional e amazônica de extração vegetal	38
Tabela 3 - Matriz de decisão de um problema multicritério	44
Tabela 4 - Métodos de tomada de decisão mais usados na seleção de fornecedores	48
Tabela 5 - Variáveis de importância para os critérios.....	65
Tabela 6 - Variáveis de julgamento para os fornecedores	65
Tabela 7 - Julgamento linguístico do decisor sobre os critérios (W_j).....	66
Tabela 8 - Julgamento da matriz de decisão para os métodos individuais	67
Tabela 9 - Julgamento da matriz de decisão para os métodos combinados.....	67
Tabela 10 - Matriz de decisão com números crisp (x_{ij}).....	68
Tabela 11 - Matriz de desempenho dos fornecedores normalizada pelo método SAW	68
Tabela 12 - Peso dos critérios normalizados (W_j)	69
Tabela 13 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método SAW.....	69
Tabela 14 - Matriz de desempenho dos fornecedores ponderada e normalizada.....	70
Tabela 15 - Solução ideal positiva e negativa	71
Tabela 16 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método TOPSIS.....	71
Tabela 17 - Matriz de decisão normalizada do método PROMETHEE II	72
Tabela 18 - Determinação de desvios com base em comparações pareadas	73
Tabela 19 - Matriz de preferência, cálculo da função $P(a,b)$	74
Tabela 20 - Índice de preferência agregada, função $\pi(a, b)$	74
Tabela 21 - Ranking da sobreclassificação do método PROMETHEE II	75
Tabela 22 - Resultados da aplicação dos métodos MCDM individuais	75
Tabela 23 - Variáveis de saída <i>fuzzy</i> do método <i>Fuzzy-SAW</i>	78
Tabela 24 - Ranking de desempenho do método <i>Fuzzy-SAW</i>	78
Tabela 25 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método <i>Fuzzy-TOPSIS</i>	80
Tabela 26 - Índice de preferência, fluxo de entrada e saída em números <i>fuzzy</i>	81
Tabela 27 - Ranking da sobreclassificação do método <i>Fuzzy-PROMETHEE II</i>	82
Tabela 28 - Resultados da aplicação dos métodos MCDM combinados	82
Tabela 29 - Matriz de decisão <i>Fuzzy</i>	118

Tabela 30 - Matriz normalizada e ponderada <i>Fuzzy</i>	118
Tabela 31 - Valores da solução ideal positiva (A+) e ideal negativa <i>fuzzy</i> (A)	119
Tabela 32 - Valores calculados da distância D+	119
Tabela 33 - Valores calculados da distância D-	119
Tabela 34 - Matriz de decisão normalizado do método <i>Fuzzy</i> -PROMETHEE II	120
Tabela 35 - Determinação dos valores pareados em número <i>fuzzy</i>	121
Tabela 36 - Resultado do cálculo da função de preferência em números <i>fuzzy</i> , P(a,b)	122
Tabela 37 - Resultado dos valores ponderados em números <i>fuzzy</i> , w.p(a,b)	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GCS	Gestão da Cadeia de Suprimentos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição de Ciência e Tecnologia
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MRPII	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
PIM	Polo Industrial de Manaus
PEVS	Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
PFNM	Produtos Florestais Não Madeireiros
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PPG	Programa de Pós-Graduação
ZFM	Zona Franca de Manaus
SCM	<i>Supplier Chain Management</i>
MCDM	<i>Multi Criteria Decision Making Methods</i>
SAW	<i>Simple Additive Weighting</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution</i>

SUMÁRIO

1 Introdução	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Problema de pesquisa	18
1.3 Objetivo Geral.....	19
1.4 Objetivos específicos.....	19
1.5 Justificativa.....	19
1.6 Delimitação do estudo	21
1.7 Organização do trabalho	22
2 Revisão de Literatura	23
2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos	23
2.1.1 Conceituando Gestão da Cadeia de Suprimentos.....	23
2.1.2 Objetivos da Gestão da Cadeia de Suprimentos	25
2.1.3 Estrutura e Evolução da cadeia de suprimentos.....	26
2.2 Processo de Seleção de Fornecedores.....	27
2.2.1 Relacionamento comprador-fornecedor de longo prazo.....	30
2.2.2 Risco no desabastecimento de matéria-prima	33
2.3 Produtos da Biodiversidade Amazonense.....	35
2.3.1 Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>).....	38
2.4 Bioindústria Amazonense	39
2.4.1 Fatores Limitantes da Bioindústria Amazonense	42
2.5 Métodos Multicritérios na Seleção de Fornecedores.....	42
3 Metodologia.....	49
3.1 Classificação da pesquisa.....	49
3.2 Métodos.....	51
3.2.1 Coleta de dados.....	54
3.2.2 Tratamento dos dados	54

3.2.3 Validação dos dados	55
4 Modelagem da abordagem multicritério	56
4.1 Definição do Problema	56
4.2 Formulação dos Critérios	57
4.3 Qualificação dos Fornecedores	60
4.4 Definição do Método Multicritério	62
5 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO	65
5.1 Ponderação dos Critérios e Matriz de Decisão	65
5.2 Métodos multicritérios Individuais	67
5.2.1 Aplicação do Método SAW	67
5.2.2 Aplicação do Método TOPSIS	70
5.2.3 Aplicação do Método PROMETHEE II	72
5.2.4 Consistência dos resultados entre métodos multicritérios individuais	75
5.3 Métodos Multicritérios Combinados com Lógica Fuzzy	77
5.3.1 Aplicação do Método Fuzzy-SAW	77
5.3.2 Aplicação do Método Fuzzy-TOPSIS	78
5.3.3 Aplicação do Método Fuzzy-PROMETHEE II	80
5.3.4 Consistência dos resultados entre métodos multicritérios combinados .	82
5.4 Comparação entre os métodos individuais e combinados	83
5.5 Interpretação direta sobre os dados da pesquisa	86
6 CONCLUSÕES	88
Referências	90
Apêndice A – Formulário aplicado ao decisor	107
Apêndice B – Coleta de dados sobre peso dos critérios	110
Apêndice C – Questionário e fotos da pesquisa de campo.....	111
Apêndice D – Informações da coleta de dados com os fornecedores.....	117
Apêndice E – Tabelas do método Fuzzy-SAW.....	118
Apêndice F – Tabelas do método Fuzzy-TOPSIS.....	119
Apêndice G – Tabelas do método Fuzzy-PROMETHEE II.....	120

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As cadeias de suprimentos são consideradas indispensáveis para o desenvolvimento da economia global e essenciais à vida contemporânea. Através da participação de bons fornecedores na cadeia produtiva, é possível estabelecer estratégias ao longo da cadeia e promover uma melhor competitividade. À proporção que as companhias necessitam mais dos seus fornecedores, tornam-se as escolhas de suprimentos mais imprescindíveis, pois as exigências do mercado irão pautar seus critérios de decisão sobre as compras (CHEN, 2011).

Cada setor industrial possui um arranjo produtivo específico que caracteriza sua cadeia de fornecimento. A bioindústria no Amazonas, caracterizada por usar insumos da biodiversidade amazônica, apresenta suas particularidades complexas em virtude de ser participante de um sistema produtivo ainda em desenvolvimento. O primeiro elo desta cadeia produtiva é formado pelas comunidades, cooperativas e atravessadores, que são responsáveis pelos insumos, mão de obra e conhecimentos de coleta e de extração. Esses ativos são desenvolvidos em cadeias produtivas individuais e comercializados para a bioindústria amazonense (LIMA, 2011).

No extrativismo, como atividade inicial desta cadeia, existe uma diferença fundamental da sua matéria-prima em relação ao agronegócio, pois aquele está associado a atributos como distância entre produção e a residência (local onde é processado), baixo controle sobre a produção, maior grau de dificuldades para o armazenamento, processamento e transporte de matéria-prima. Acrescentam-se o fato de que, em muitos casos, a escala de produção pode ser baixa por produtor e solicitam atenção quanto à perecibilidade (BELCHER; SCHRECKENBERG, 2007). É observado por alguns autores que a ausência de aplicações tecnológicas e infraestrutura de armazenamento são as principais necessidades desses fornecedores da bioindústria (BALZON; DA SILVA; DOS SANTOS, 2004; DOS SANTOS *et al.*, 2003; LIMA, 2011; MELO; MOREIRA; ALENCAR, 2010; MORAES, 2018).

A principal distinção da bioindústria amazonense é o uso da biotecnologia na atividade produtiva, sendo que o termo biotecnologia, aqui, é entendido em seu

conceito mais amplo, considerando sua transversalidade de conhecimentos e atividades que incluem biotecnologia tradicional e moderna. É classificada como indústria emergente e nível tecnológico de baixa à média complexidade. Os principais produtos transformados a partir da matéria-prima mencionada e que mais se destacam são os alimentos mutagênicos e bebidas, além dos nutricosméticos, seguido pelo setor de serviços biotecnológicos (MAFRA; LASMAR; VILELA JUNIOR, 2017).

Segundo Herculano (2013), os bioprodutos amazônicos possuem vantagens competitivas na produção comercial não só pelas propriedades biológicas e químicas, mas também pelo apelo ao nome “Amazônia” na prática mercadológica. Barbosa e Bichara (2015) acreditam que o desenvolvimento da bioindústria pode ajudar a preservar o meio ambiente.

Em cada etapa da cadeia de suprimentos de produtos extraídos da biodiversidade deve ser considerada as normas comerciais, que consistem em suprimentos com qualidade assegurada ao comprador, dentro de um cronograma previsível e custo aceitável, principalmente se o produto for comercializado internacionalmente, pois, nesse caso, os requisitos de exportação e importação são exigidos com máximo rigor. Portanto, o cumprimento destas normas passa a ser importante para o desenvolvimento de longo prazo entre vendedores e compradores (BELCHER; SCHRECKENBERG, 2007).

A conjuntura supramencionada exhibe a importância da escolha de fornecedores para o desenvolvimento das empresas da bioindústria amazonense. A tarefa de avaliar e identificar os fornecedores mais correspondentes é fundamental para a gestão da cadeia de suprimentos. Segundo Gonçalo e Alencar (2011), a seleção de fornecedores é um processo realizado pelas empresas que pretendem obter ou contratar matérias-primas, produtos ou serviços para abastecer sua cadeia de suprimentos. Entende-se, sobretudo, a seleção de fornecedores como uma atividade complexa, pois inclui critérios tangíveis e intangíveis, quantitativos e qualitativos, sendo que em algumas decisões pode haver a escolha de um fornecedor em detrimento de outro. Por isso, selecionar o fornecedor adequado é um problema essencialmente de múltiplos critérios, o que faz ser útil usar um método para conciliar cada critério corretamente (GHODSYPOUR; O'BRIEN, 1998; GUARNIERI, 2015).

Na verdade, a função de compra dentro das organizações evoluiu ao ponto de a seleção de fornecedores também participar dos objetivos estratégicos das empresas. Neste ponto, pode-se citar a estratégia de aumentar a eficiência sobre a cadeia de suprimentos, escolhendo o fornecedor que dê preferência à relação de longo prazo e colaborativa (CHEN, 2011).

Outra questão é selecionar o fornecedor considerando o risco de aquisição de suprimentos na cadeia produtiva, que pode ser causado por rendimento de oferta incerta, prazo de execução variável, má confiabilidade dos dados, demanda duvidosa e preço (HONG; LEE; ZHANG, 2018). Ainda sobre o risco, Li e Zabinsky (2011) dizem que a ameaça passa a ser maior na ocasião em que a cadeia de suprimentos tem um número consolidado e reduzido de fornecedores, podendo faltar matéria-prima para atender à demanda de mercado e causar perturbação em toda a rede. Para tal problema não acontecer, descrevem-se a necessidade de um equilíbrio na seleção de fornecedores entre os benefícios e a possibilidade de não atender à demanda. Portanto, a seleção de fornecedores tem um papel de maior relevância e responsabilidade para as entidades que visam um aumento de desempenho a longo prazo.

Nesta circunstância, a pesquisa operacional pode auxiliar o tomador de decisão de compras a eleger os melhores fornecedores, porquanto consiste em métodos analíticos avançados, cercado por um padrão formal, sistemático e racional, em diferentes abordagens que oferecem suporte para resolver a complexidade das decisões. Desta forma, os modelos de pesquisa operacional podem produzir resultados sobre os problemas com efetividade e propor orientações práticas de tomada de decisões (DE BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001).

São descritos muitos métodos para auxiliar o tomador de decisão na seleção de fornecedores, os quais se agrupam em diferentes classificações e categorias, pois foi dada bastante atenção a este tema ao longo do tempo, sendo aplicados em diferentes setores da indústria e serviço (WETZSTEIN *et al.*, 2016). No entanto, conforme De Boer, Labro e Morlacchi (2001), o que vai determinar a escolha do método mais adequado para cada situação é o número de fornecedores disponíveis, a relevância da compra e/ou do relacionamento com o fornecedor e a intensidade da insegurança presente.

Implicações práticas utilizando métodos de apoio à tomada de decisão na seleção de fornecedores produziram resultados satisfatórios no que se refere aos

negócios da empresa (KANNAN; TAN, 2002; KOUFTEROS; VICKERY; DRÖGE, 2012; THORNTON *et al.*, 2013), incluindo os benefícios financeiros e competitivos na gestão corporativa (WETZSTEIN *et al.*, 2016).

Logo, desenvolver um estudo neste modelo de conhecimento para a bioindústria amazonense vem a ser um passo em busca de melhorias para este setor que têm grande potencial, porém enfrenta numerosos desafios.

1.2 Problema de pesquisa

Segundo Queiroz e Mafra (2017), são as cooperativas de matérias-primas que atendem as empresas da bioindústria amazonense. Segundo as autoras, esta matéria-prima geralmente é trazida do interior do Estado do Amazonas por atravessadores, que é o sujeito econômico que realiza a distribuição da matéria-prima *in natura* para o consumidor final (lojas, feiras abertas, empresas, etc.) da cidade. Silva e Mafra (2017, p. 64) apuraram que dentre os principais entraves para o desenvolvimento da bioindústria amazonense é a aquisição da matéria-prima que atenda ao trinómio “custo, qualidade e quantidade”, em proporção ideal para produção em escala.

Considerando um cenário no qual a bioindústria amazonense enfrenta dificuldades com o recebimento regular de matéria-prima, em virtude dos produtores extrativistas e cooperativas suprirem a demanda apenas por curto período de tempo (MELO; MOREIRA; ALENCAR, 2010; LIMA, 2011; SILVA; MAFRA, 2017; DINIZ; DINIZ, 2018), e que, além disso, uma empresa precisa investir elevados recursos para prospectar novos fornecedores (BEIL, 2011) para atender sua produção e que estes atendam ao requisito da qualidade, questiona-se: qual o melhor instrumento ou modelo de apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores das matérias prima amazônicas que abastecem a bioindústria amazonense, com foco na diminuição do risco de desabastecimento e na qualidade do produto fornecido? Qual dentre os melhores modelos de análise multicritério melhor atenderia às relações de parcerias exigidas ao abastecimento da cadeia de suprimentos?

1.3 Objetivo Geral

Propor um modelo de análise multicritério de apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores, com foco na diminuição do risco de desabastecimento, para uma empresa da bioindústria amazonense.

1.4 Objetivos específicos

- Levantar informações da relação cliente-fornecedor da empresa examinada, a fim de identificar as características desse vínculo comercial;
- Escolher métodos de decisão multicritério, a partir da identificação na literatura, que possam ser aplicados sob o problema pesquisado;
- Aplicar as metodologias escolhidas ao processo de seleção de fornecedores com a finalidade de apoiar a função de compras da empresa;
- Comparar os resultados dos diferentes métodos para apontar melhorias no seu uso e/ou funcionamento.

1.5 Justificativa

A motivação do trabalho procede dos entraves para o desenvolvimento de produtos naturais da Amazônia, em particular o entrave de abastecimento de matéria-prima para a cadeia de suprimentos da bioindústria amazonense (MELO; MOREIRA; ALENCAR, 2010; LIMA, 2011; SILVA; MAFRA, 2017; DINIZ; DINIZ, 2018).

O bioma amazônico é conhecido pela sua imensa biodiversidade que, ao ser explorada, possibilita a descoberta de novos conhecimentos e desenvolvimento de inovação tecnológica em biotecnologia. As condições singulares das florestas junto à interação e adaptação dos organismos vegetais, microrganismos e outros seres terrestres, favoreceu o surgimento deste ecossistema diverso, rico e excepcional. Potenciais genes, moléculas farmacológicas e óleos essenciais são alguns dos interesses para novos negócios bioindustriais (BARBOSA, 2000). Portanto, é no mínimo curioso toda essa potencialidade biotecnológica não participar de forma mais efetiva da geração de desenvolvimento econômico regional e transformação social do estado do Amazonas.

A atual matriz econômica do estado do Amazonas é o Polo Industrial de Manaus (PIM), resultado do projeto Zona Franca de Manaus (ZFM), que até então conseguiu cumprir seu papel de promover o desenvolvimento econômico regional sem destruir os ecossistemas biológicos (ALOISE; MACKE, 2017). No entanto, o cenário mundial tem sofrido mudanças cada vez mais rápidas e fatores desfavoráveis nacionais deixam-no com pouca competitividade. Este modelo atual de desenvolvimento tem sofrido mudanças na capacidade industrial frente a outras zonas industriais mais modernas, ainda por cima depois do surgimento da quarta revolução industrial (SAMPAIO, 2017).

A chamada Indústria 4.0 causará mudança de paradigma produtivo; logo, fábricas, empregos e mercados passarão por transformações (WEF, 2016) as quais afetarão o PIM. Nesse sentido, existem aqueles que têm uma posição proativa para este cenário e apresentam como sugestão uma nova matriz econômica para o estado do Amazonas, a fim de garantir um aporte financeiro semelhante ao atual para as próximas décadas, que contaria com diversificações dos incentivos fiscais e inclusão da biotecnologia amazônica (PIATAM, 2018). Deste modo, novos investimentos poderão surgir para desenvolver a bioindústria da região como forma alternativa às adversidades do modelo econômico atual.

O crescimento da bioindústria amazonense está sujeito à adoção de produtos naturais da Amazônia, abrangidos por produtos frescos, processados ou industrializados, no mercado nacional e internacional. Porém, para esse fim, é preciso vencer os entraves que atrasam o desenvolvimento desse mercado, sobretudo, o entrave de abastecimento que se constitui na ausência de produtores/fornecedores para o fornecimento de matéria-prima para produção em escala industrial, uma vez que, sem a garantia do acesso aos insumos, as empresas não se permitem planejar e garantir o volume programado de produção.

À medida que a classificação de fornecedores passa a fazer parte da gestão da cadeia de suprimentos, proporciona a empresa estabelecer um juízo crítico sobre cada fornecedor, em conformidade com parâmetros predeterminados. Dessa maneira, é possível estabelecer parcerias que agregam valor às relações de comércio entre fornecedor-indústria.

A importância deste trabalho manifesta-se da carência de pesquisas acadêmicas sobre seleção de fornecedores, tanto no mercado de bioprodutos, quanto na região pesquisada, apesar da vasta literatura sobre o assunto aplicada

em outros seguimentos. No tocante à bioindústria amazonense, esperou-se oferecer contribuições importantes ao usar uma metodologia que apoia o decisor na tomada de decisão, no que se refere aos múltiplos critérios. Em relação à região escolhida, espera-se contribuir com o conhecimento da cadeia produtiva de bioprodutos e com o desenvolvimento dela.

Expressa-se o valor deste estudo também pelos ganhos sociais e ambientais. O primeiro porque se espera ajudar a aprimorar um setor que tem capacidade de contribuir com a geração de empregos e melhorar a qualidade de vida da população regional, abrangendo as comunidades produtoras. O segundo porque o desenvolvimento da bioindústria pode ajudar a preservar a biodiversidade da região, preservando a floresta em pé.

1.6 Delimitação do estudo

Com relação à determinação espacial, esta pesquisa foi um estudo de caso na empresa Magama Indústria Ltda, localizada na cidade de Manaus, Amazonas. O foco do trabalho foi, especificamente, sobre o processo de seleção de fornecedores desta empresa, através de um método que avalie o fornecedor por múltiplos critérios. Embora a seleção de fornecedores esteja presente na gestão de operações, desde a aquisição de matéria-prima até o consumo do produto, não foi objetivo deste estudo avaliar toda a cadeia de suprimentos em que esta empresa se insere.

Assim, esta pesquisa foi constituída por dois elos da cadeia produtiva: os fornecedores representados pelos produtores e atravessadores, que comercializam os insumos na capital do Amazonas, e o cliente que corresponde a uma empresa da bioindústria amazonense. E, nesse sentido, foi estudada apenas a cadeia produtiva do açaí, que é produzido na região do médio Solimões e comercializado em Manaus.

Quanto à representatividade, a empresa estudada tem *status* nacional, com base na produção de aditivos de uso industrial. A Magama foi escolhida porque é um dos empreendimentos com potencial bioindustrial instalado em Manaus. Esta empresa, que também atua no refinamento de óleos vegetais, atende empresas de cosméticos, fitoterápicos, nutracêuticos, alimentos e bebidas, dentre outras. Desta

forma, está também categorizada entre as que utilizam produtos naturais da Amazônia e biotecnologia em seu processo produtivo. Em relação ao recorte temporal, a pesquisa foi atribuída no período que compreende de abril de 2019 a fevereiro de 2020.

1.7 Organização do trabalho

Esta dissertação está organizado em 6 (seis) capítulos, conforme a descrição a seguir:

Capítulo 1: Introdução. Esta apresenta a contextualização e o problema dos assuntos abordados na pesquisa, além de fixar o objetivo geral e específicos do estudo. Em seguida, especifica a pesquisa, apresenta as justificativas e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2: Revisão de literatura: Esta visa apresentar os conceitos fundamentais dos temas centrais do trabalho, como: gestão da cadeia de suprimentos, produtos da biodiversidade amazônica, bioindústria amazonense, seleção de fornecedores e métodos multicritérios na tomada de decisão.

Capítulo 3: Procedimentos metodológicos. Esta apresenta a caracterização e classificação metodológica da pesquisa, destacando métodos, coleta e tratamento dos dados e validação dos resultados.

Capítulo 4: Modelagem da abordagem MCDM. Esta é dedicada a descrever como foi a coleta de dados e os pontos principais que a pesquisa percorreu para a modelagem proposta.

Capítulo 5: Aplicação da abordagem MCDM: Esta apresenta as equações, cálculos e resultados dos métodos, além de discutir os dados gerados pelo estudo em questão.

Capítulo 6: Conclusão da pesquisa desenvolvida, ressaltando os principais aspectos inferidos, resultados obtidos, principais contribuições, dificuldades na condução do trabalho e sugestões para prosseguimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

A Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM – *Supplier Chain Management*) mudou o importante paradigma da gestão de negócios. Antes, as organizações pensavam que a competição entre si era a chave do sucesso; agora, entendem que há mais vantagens competitivas quando competem em parcerias, partindo de rede de empresas (LAMBERT; COOPER, 2000), e esses membros agem de forma que seus processos produtivos não sejam interrompidos se utilizando do controle de ponta a ponta (CHEN; PAULRAJ, 2004; CHRISTOPHER; HOLWEG, 2011). Nesse sentido, a extensão da cadeia de suprimentos é estabelecida desde à criação da matéria-prima até a entrega dos bens de consumos acabados (STEVENS, 1989), que incluem todas as partes e funções envolvidas, direta ou indiretamente, em busca de responder a solicitação de um cliente (CHOPRA; MEINDL, 2013).

Ao longo do tempo, ela foi vista como processo, disciplina, filosofia, estrutura de governança ou área funcional. Mas a maioria preferiu ver como processo, ou seja, como meio de coordenar/melhorar atividades produtivas (ELLRAM; COOPER, 2014). Acima de tudo, pode-se dizer que a importância da gestão da cadeia de suprimentos consiste em uma ferramenta estratégica aplicada nas organizações para seu melhoramento de qualidade, atendimento e sucesso competitivo (CHOON TAN; LYMAN; WISNER, 2002).

2.1.1 Conceituando Gestão da Cadeia de Suprimentos

Não tem uma definição universal para a SCM e até meados dos anos 2000 existiu uma confusão de terminologias, pois sua natureza conceitual teve origem e evolução em campos de várias disciplinas (CROOM; ROMANO; GIANNAKIS, 2000), por exemplo: compra e fornecimento, logística e transporte, gestão de operações, marketing, teoria organizacional, gestão de sistemas de informação e gestão estratégica (CHEN; PAULRAJ, 2004).

Começou-se a dar aplicação à gestão da cadeia de suprimentos no início dos anos 1980 (BECHTEL; JAYARAM, 1997), porém o sucesso veio na década de 1990, tanto por viés prático quanto pela comunidade acadêmica, devido ao aumento da

competição global e diminuição do ciclo dos produtos nesse período, induzindo a necessidade de produtos de maior qualidade e prazo de entrega reduzidos (CHOON TAN; LYMAN; WISNER, 2002; MENTZER *et al.*, 2001).

Segundo Fredendall e Hill (2016), destacam-se três evoluções incentivadoras que aconteceram a partir desse momento, a saber: a tecnologia de comunicação entre os membros da cadeia, novos paradigmas de gestão que facilitou a coordenação dos gestores e a força de trabalho mais qualificada para atuar nas decisões da cadeia de suprimentos. Então, entende-se que essa complexidade teórica ocorreu, em princípio, por ser um assunto novo que precisava ganhar maturidade.

O que há em comum sobre a variedade de conceitos é que estes se concentraram no ambiente externo da gestão da cadeia de suprimentos, ou seja, ultrapassam a fronteira da empresa (CROOM; ROMANO; GIANNAKIS, 2000). Outro fato comum é que, em sua maioria, foram geradas no contexto de pesquisa de gestão de operações, no qual se tornou a disciplina base dos seus conhecimentos e aplicações, pois dominou em recursos, credibilidade e massa crítica (BURGESS; SINGH; KOROGLU, 2006).

Portanto, o crescente interesse com o passar do tempo, a visão de várias entidades colaborando juntas em prol de objetivos comuns e estudos empíricos na maior parte dos trabalhos acadêmicos tornaram-se características do assunto, porém sem um consenso de definição.

Nessa perspectiva, na tentativa de se chegar a um sentido holístico, o *Global Supply Chain Forum* define a SCM como “um modelo de negócios integrado que adota uma visão baseada em processos de como todas as funções de negócios precisam trabalhar juntas e como um negócio se relaciona com seus fornecedores e clientes” (KANE, 2008, p. 31).

Outra abordagem ampla define a SCM por “gerenciamento da interconexão de organizações que se relacionam umas com as outras por meio de vínculos *upstream* e *downstream* entre os processos que produzem valor para o consumidor final” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2010, p. 375). Aqui, se entende que são várias empresas que têm suas atividades em *upstream* (montante ou fornecimento) e *downstream* (jusante ou distribuição) em benefício ao consumidor final.

Semelhantemente ao conceito anterior, a concepção básica da Gestão da Cadeia de Suprimentos, e também aceita por boa parte de pesquisadores (ELLRAM;

COOPER, 2014), define como um “conjunto de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos) diretamente envolvidas nos fluxos *upstream* e *downstream* de produtos, serviços, finanças e/ou informações de um cliente (e retorno)” (MENTZER *et al.*, 2001, p. 4). É um conceito mais simples que o precedente, mas consiste no necessário para compreender o tema.

2.1.2 Objetivos da Gestão da Cadeia de Suprimentos

O objetivo principal da SCM, conforme Stevens (1989), é alcançar as expectativas dos clientes por meio do seu alinhamento com o entrada de material dos fornecedores. Enquanto, para Hadley (2004), a finalidade é dar suporte aos objetivos estratégicos da organização, de modo que a competitividade experimente melhorias, Chopra e Meindl (2013), o objetivo é elevar ao máximo o valor total produzido, valor esse definido pela diferença entre o valor final do produto entregue ao cliente, subtraídos os custos do processo.

No entendimento de Waters e Rinsler (2014, p. 4), o objetivo “é maximizar o lucro através de maior competitividade no mercado final - uma competitividade que é alcançada por um menor custo para servir, alcançado no menor tempo possível”. Nesse mesmo sentido, Slack, Chambers e Johnston (2010, p. 375) são expressivos em dizer que “todas as ações de gerenciamento da cadeia de suprimentos têm um objetivo comum e central - satisfazer o cliente final”, e que as decisões de compras desses clientes irão atuar sobre a cadeia de suprimentos.

Em vista do entendimento desses objetivos, constata-se que tanto os objetivos mais empenhados ao financeiro quanto os holísticos precisam ser coordenados de perto para minimizar os gargalos que se apresentam em toda cadeia. Outra observação é a função atribuída ao cliente, que possui a função de fazer a cadeia se mover através da sua demanda.

É nessa busca de levar em consideração os clientes que Slack, Chambers e Johnston (2010) determinam os parâmetros para atendê-los que também servem para analisar o desempenho da Cadeia de Suprimentos, que são qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Este último é um dos pontos chave, pois todas as atividades da gestão de operações têm custo envolvido, basicamente as estratégias aplicadas na SCM é diminuir custos.

2.1.3 Estrutura e Evolução da cadeia de suprimentos

Há três décadas, foi apresentada uma abordagem de SCM em nível estratégico, tático e operacional. Na ocasião, a intenção era facilitar e incentivar as organizações a explorarem o potencial dela. Além disso, foram indicados os estágios de integração da extensa cadeia de suprimentos que, naquela época, era visto como um desafio (STEVENS, 1989).

A representação basilar de uma Cadeia de Suprimentos é composta de etapas (cliente, revendedores, atacadistas/distribuidores, fabricantes e fornecedores de componentes/matérias-primas), que se conectam por intermédio de fluxos (produtos, informações e fundos); esses correm de modo bidirecional e possuem um gestor unilateral ou intermediário. Por isso, é fácil entender porque a cadeia de suprimentos é também vista como uma rede (CHOPRA; MEINDL, 2013).

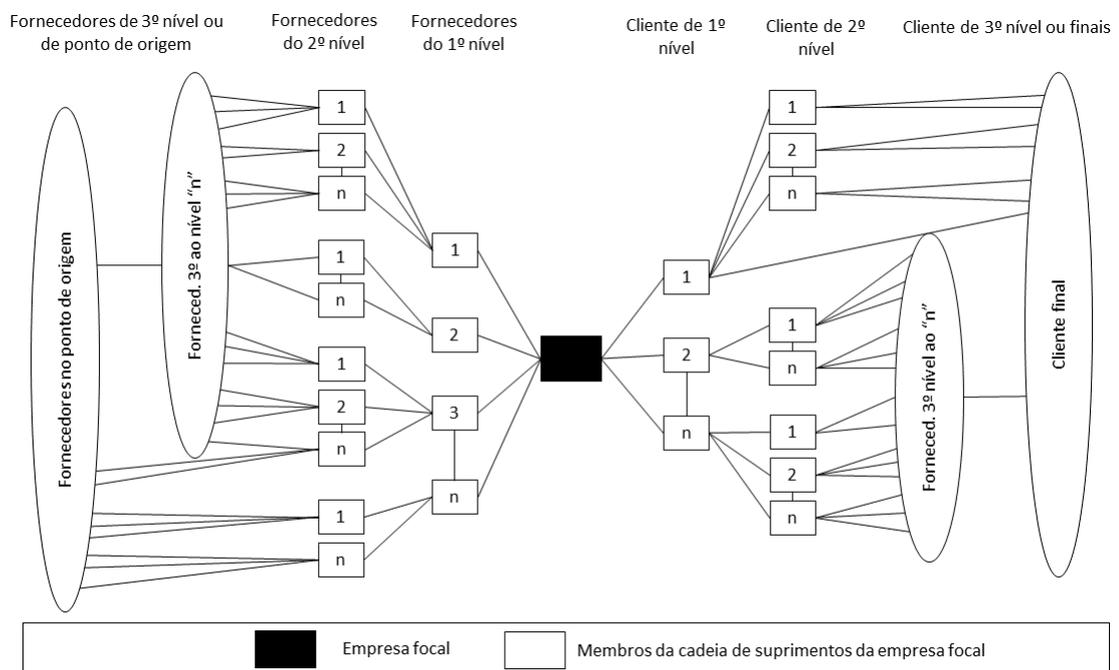
Todas as empresas participam de uma cadeia de suprimentos, e é muito raro uma empresa participar de apenas uma cadeia de suprimento. Em vista disso, os membros da SCM foram distinguidos em principal e suporte. Afirma-se que a representação da cadeia de suprimento é mais similar a uma “raiz de árvore” do que um “oleoduto” ou “cadeia”. O ponto chave é saber quantos desses “ramos” precisam ser gerenciados, pois gerenciar toda a cadeia se torna uma tarefa muito difícil, conforme visto na Figura 1. Isso quer dizer que nem todos os elos da cadeia precisam ser coordenados de perto; a separação está na capacidade da empresa e na importância que ela tem nos processos (LAMBERT; COOPER, 2000).

Segundo MacCarthy *et al.* (2016), as cadeias de suprimentos não são estáticas e precisam se adaptar às mudanças. Por essa razão, consideram os principais fatores que afetam a sua evolução ao longo do seu ciclo de vida - tecnologia e inovação; economia, mercado e concorrência; política e regulamentação; aquisição e fornecimento; estratégias de cadeia de suprimentos e reengenharia. Descobriu-se, ao longo do tempo, que é da natureza da SCM a instabilidade e propensão ao risco. Portanto, um dos trabalhos é evitar sua própria fragilidade (STEVENS; JOHNSON, 2016).

Nesse ponto de vista, Stevens e Johnson (2016) defendem a ideia que, por meio dessas mudanças e adaptações, foram aproveitadas as estratégias, ferramentas e técnicas, que contribuíram para melhorar o desempenho das empresas. A primeira foi através do melhoramento da gestão de estoque e

planejamento e controle da produção, o objetivo era usar a capacidade das fábricas com mais eficiência. A próxima fase foi a sistematização das atividades da fábrica através da implantação do *Material Requirement Planning* (MRP), *Manufacturing Resource Planning* (MRPII) e *Enterprise Resource Planning* (ERP). A etapa seguinte foi a aplicação da filosofia *lean* nos processos produtivos. O estágio posterior foi a priorização das competências essenciais das organizações, com a finalidade de estimular as atividades não essenciais a ser terceirizadas.

Figura 1 - Estrutura de rede de uma cadeia de suprimentos



Fonte: Lambert *et al.* (1998), traduzido por Talamini, Pedrozo e Silva (2005).

Segundo Wu *et al.* (2016), hoje, as cadeias de suprimentos tradicionais estão cedendo espaço para as chamadas cadeias de suprimentos inteligentes, que utilizam tecnologias mais modernas como sensores, melhor comunicação e inteligência artificial para tomada de decisão e automação.

2.2 Processo de Seleção de Fornecedores

Define-se seleção de fornecedores como um processo de tomada de decisão para selecionar o melhor fornecedor, ou fornecedores, de um grupo pré-qualificado e apoiado em objetivos e critérios de decisão pré-definidos (KIM; WAGNER, 2012;

WETZSTEIN *et al.*, 2016). De acordo com Ellram (1990), a seleção de fornecedores pode ser categorizada em prescritiva, modelos baseados em como deve ser feito a tomada de decisão, e descritiva, modelos que acreditam como as decisões são realmente feitas.

Outra forma de classificar a seleção de fornecedores foi descrita por Ghodsypour e O'Brien (1998), que consiste em dois tipos, a "seleção de fornecedores de fonte única" (*Single Sourcing*), onde apenas um fornecedor atende a todas as demandas do comprador e a decisão depende somente de escolher qual fornecedor é melhor, e a "seleção de múltipla de fornecedores" (*Multiple Sourcing*), necessária nas operações em que a demanda não é satisfeita somente por um fornecedor, sendo imperativo tomar duas decisões: quais fornecedores são os melhores e quantos serão necessários.

No campo da Gestão de Operações, é notório que nas últimas décadas o processo de seleção de fornecedores recebeu considerável atenção (BANKER; KHOSLA, 1995; WARE; SINGH; BANWET, 2012), tanto no nível acadêmico quanto no nível profissional (BHUTTA, 2003), visto que abastecer as atividades industriais ganhou importância estratégica, e o *trade-off* entre vários critérios usados na tomada de decisões são cada vez mais complexos (TAHRIRI *et al.*, 2008). Decerto, a abordagem de critério único de menor custo não é mais aceita neste ambiente desafiador e em constante mudança (AGARWAL *et al.*, 2011; HO; XU; DEY, 2010).

Em geral, a responsabilidade de selecionar fornecedores está no departamento de compras. Portanto, sua finalidade é obter o produto certo, com o custo certo, na quantidade certa, com a qualidade certa, no momento certo, a partir da fonte certa. Isso requer a execução de decisões efetivas relativas à seleção e avaliação de fornecedores (WARE; SINGH; BANWET, 2012).

Dickson (1966), no estudo pioneiro sobre seleção de fornecedores, identificou mais de 20 atributos utilizados ao selecionar os fornecedores e, entre esses, os critérios qualidade, custo e entrega foram os mais importantes para aquela época. Posteriormente, Weber, Current e Benton (1991) perceberam que o critério qualidade passou a ter mais destaques que os outros no processo de seleção de fornecedores, consequência do crescente interesse pela produção Just-In-Time (JIT), ou seja, a partir de então os pesquisadores foram convencidos a mudar o foco do modelo baseado na eficiência para a abordagem baseada na qualidade (AGARWAL *et al.*, 2011). Chen (2011) reuniu alguns critérios importantes que foram

analisados por Dickson (1966) e Weber, Current e Benton (1991), conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios importantes para seleção de fornecedores na literatura

Critério de avaliação	Dickson importância ranking	Importância Weber	Quantidade de referência
Preço	6	Muito importante	61
Entregue no prazo	2	Muito importante	44
Qualidade	1	Extremamente importante	40
Equipamento e capacidade	5	Muito importante	23
Localização geográfica	20	Importante	16
Capacidade técnica	7	Muito importante	15
Gestão e organização	13	Importante	10
Reputação industrial	11	Importante	8
Situação financeira	8	Muito importante	7
Desempenho histórico	3	Muito importante	7
Serviço de manutenção	15	Importante	7
Atitude de serviço	16	Importante	6
Capacidade de embalagem	18	Importante	3
Capacidade de controle de produção	14	Importante	3
Habilidade de treinamento	22	Importante	2
Legalidade procedimento	9	Muito importante	2
Relações de emprego	19	Importante	2
Sistema de comunicação	10	Muito importante	2
Negociação mútua	23	Importante	2
Imagem anterior	17	Importante	2
Relações comerciais	12	Importante	1
Vendas anteriores	21	Importante	1
Garantia e compensação	4	Muito importante	0

Fonte: adaptado de Chen (2011)

Nesse mesmo sentido, os estudos de Verma e Pullman (1998) revelaram que os gerentes escolhem seus fornecedores com base na importância relativa de diferentes critérios, como qualidade, preço, flexibilidade e desempenho de entrega, sendo que o eleito mais importante era a qualidade. Porém, ao usar modelos de

seleção de fornecedores mais simples, por exemplo, Escala Likert e Escolha Discreta, acabam escolhendo com base, em sua maioria, no custo e no desempenho da entrega. Portanto, alguns métodos podem não demonstrar capacidade de representar o problema real ao serem aplicados em determinados contextos.

Segundo Agarwal *et al.* (2011), existe a necessidade de avaliar os fornecedores com base nos insumos dos níveis estratégico, funcional e operacional. Para Sonmez (2006), mais esforços devem ser feitos no sentido de combinar os fatores qualitativos e quantitativos que afetam o processo de seleção de fornecedores de maneira racional e sistemática.

Portanto, em relação aos tipos de critérios, observa-se que alguns ganham importância e outros não, mas a posição de importância entre eles depende do foco de cada pesquisa. Desse modo, devem ser feitas importantes escolhas durante as etapas do processo; logo, a adaptação é um fator importante para modelos de seleção de fornecedores.

2.2.1 Relacionamento comprador-fornecedor de longo prazo

Os relacionamentos corporativos de longo prazo são parcerias de natureza diferente das relações tradicionais de comprador-fornecedor, já que vão além de uma simples prática comercial. Dessa maneira, compreender o potencial e direção futura do possível fornecedor tem importância igual ou maior ao seu *status quo*, pois a ênfase no futuro vem a ser essencial nesse cenário. O objetivo desse tipo de parceria é a vantagem recíproca, compartilhando as mesmas informações, riscos e recompensas (ELLRAM, 1990).

As classificações da relação comprador-fornecedor de Campbell (1997) e O' Toole e Donaldson (2000) exprimem a dimensão que este termo implica para as organizações. Desse modo, quatro tipos de relacionamentos são definidos: egocêntrico, caracterizado por focar nas necessidades da empresa; lealdade pessoal, que expressa responsabilidade mútua e compromisso; investimento mútuo, demonstrado através do compromisso de longo prazo para vantagem estratégica; e controle político, que diferencia dependência mútua e altos níveis de integração (CAMPBELL, 1997). As relações comprador-fornecedor também podem ser categorizadas por: bilaterais, relacionada à cooperação mútua; recorrentes, onde

existe menos proximidade que de um relacionamento bilateral; ou hierárquicas, quando um dos parceiros é dominante (O' TOOLE; DONALDSON, 2000).

Conforme Kannan e Tan (2002) e Prajogo e Olhager (2012), os efeitos positivos em um relacionamento estratégico com fornecedores são mais sentidos na integração de informações, integração de materiais e desempenho operacional da empresa compradora. Para Kannan e Tan (2002), o relacionamento de longo prazo com fornecedores não tem apenas efeitos diretos, mas também indiretos. Por exemplo, é mais fácil lidar com problemas de entrega e qualidade de fornecedores se houver expectativas e objetivos compartilhados. Os autores também corroboram com a relevância de ver os fornecedores como extensões da própria empresa de compra e não como entidades independentes a serem tratadas à distância.

Sob essa mesma perspectiva, Zhang *et al.* (2009) sustentam que, para aumentar a vantagem competitiva de um sistema de cadeia de suprimentos, o relacionamento a longo prazo entre compradores e fornecedores é um fator crítico de sucesso para seu estabelecimento. Portanto, para implementar um sistema de cadeia de suprimentos, o problema de selecionar fornecedores torna-se o mais importante (YEH; CHUANG, 2011).

No entanto, a orientação de longo prazo dificulta o modelo de seleção de fornecedores e, portanto, requerem a consideração de fatores adicionais na seleção de fornecedores (ELLRAM, 1990). Esses critérios precisam descrever a realidade dos problemas, senão os resultados apontarão os fornecedores inapropriados para os objetivos da empresa compradora.

Furtado (2005) identifica junto a empresas de grande porte quais os critérios de seleção de fornecedores que são considerados mais importantes quando se deseja construir relacionamentos de parceria dentro da cadeia de suprimentos. Foram identificados 17 critérios como sendo os mais importantes para o processo de seleção de parceiros que podem ser vistos no Quadro 1.

Ainda sobre os estudo de Furtado (2005), houve a descoberta que apenas os critérios qualidade, preço, capacidade de produção, compatibilidade geográfica, políticas de garantias, processos legais e competência em manufatura são avaliados a curto prazo; o restante precisam de mais tempo para mensurar. A pesquisa também encontrou que o único conceito de “parceria” encontrado na literatura que converge com a realidade de mercado é o que define como “relacionamento a longo prazo”.

Quadro 1 - Critérios de seleção de fornecedores para parceria

Critério	Descrição
Qualidade	Atendimento às especificações do produto ou serviço acordadas entre as partes.
Preço	Preço do bem ou serviço adequado às expectativas do cliente ou consistente com o ambiente de mercado do setor.
Cumprimento de entrega	Atendimento aos acordos de entrega quanto a prazos, quantidades, forma de embalagem e transporte.
Capacidade de produção	Coerência entre a quantidade de produto ou serviço solicitado pelo comprador e a quantidade que o fornecedor consegue gerar durante determinado período.
Compatibilidade geográfica	Adequação da localização do fornecedor. Pode ser entendido como sendo proximidade física do cliente ou localização adequada das rotas de transporte.
Políticas de garantia	Definição clara e precisa das garantias contratuais sobre os produtos e serviços do escopo da parceria.
Conhecimento técnico	Especialização técnica para atender a demanda do comprador sobre os produtos e serviços que são parte do escopo da parceria.
Sentimento de confiança	Confiança de que a empresa vai honrar os compromissos assumidos no relacionamento, incluindo aspectos éticos e de informações.
Responsividade a demandas	Capacidade do fornecedor em atender rapidamente uma nova demanda do cliente.
Histórico de desempenhos	Informações sobre eventos, ocorrências e desempenho de fornecimentos passados.
Processos legais	Quantidade e gravidade de processos jurídicos em que o fornecedor está ou já esteve diretamente envolvido.
Respostas às solicitações	Agilidade nas respostas às solicitações, independente destas serem positivas ou negativas para o cliente
Competência em manufatura	Consistência do planejamento de produção quanto às atividades de programação da produção, inspeções e testes, planos de manutenção e outros.
Desenv. de produtos e processos	Habilidade do fornecedor em gerar e administrar sua competência em inovação.
Implantação de inovações	Habilidade do fornecedor em absorver rapidamente novas tecnologias de forma a trazer novos produtos para seu mercado consumidor.
Redução de custos	Conhecimento e capacidade do fornecedor de implantar práticas que visem a redução de custos internos ou ao longo da cadeia.
Competência para melhorias	Capacitação do fornecedor de implementar melhorias contínuas em produtos e processos.

Fonte: Furtado (2005)

Um modelo estratégico para seleção de fornecedores visando o relacionamento de longo prazo foi proposto com resultados positivos em uma fornecedora de peças de metal para diferentes indústrias (SARKIS; TALLURI, 2002),

e seleção estratégica com foco na resiliência da cadeia de suprimentos (ÇEBI; BAYRAKTAR, 2003), e na seleção de serviços logísticos (AGUEZZOUL, 2014).

Portanto, deduí-se que, por benefícios a ambos os lados da relação comercial, principalmente na vantagem competitiva da cadeia de suprimentos, estabelecer relacionamentos a longo prazo têm importância estratégica para a comercialização entre comprador e fornecedor. No entanto, tudo parte do problema de encontrar os critérios baseados nas opiniões dos decisores que representem os objetivos estratégicos na seleção de fornecedores para parcerias desse tipo.

2.2.2 Risco no desabastecimento de matéria-prima

A seleção de fornecedores, devido às transformações das últimas décadas, tornou-se relevante na gestão de risco da cadeia de suprimentos das empresas. Desse modo, as empresas, ao selecionarem seus fornecedores, devem avaliar todos os aspectos de compras, não apenas o preço, a qualidade do produto, a quantidade e o serviço do produto, mas também os fatores de risco de incerteza, vulnerabilidade e possível interrupção do fornecimento (HAMDÍ *et al.*, 2018). Anteriormente, poucos estudos de seleção de fornecedores se preocupavam com a segurança da cadeia de suprimentos, considerando o clima político e as preocupações de segurança em todo o mundo do momento em questão (SONMEZ, 2006).

Rajesh e Ravi (2015) descrevem que os fornecedores devem ser menos vulneráveis a interrupções, assim como, devem ter uma melhor percepção dos possíveis riscos potenciais e, para isso, precisam conhecer as melhores práticas estabelecidas na cadeia de suprimentos. Uma forma de reduzir os riscos relacionados à previsão e ao gerenciamento de estoque é através do trabalho colaborativo com fornecedores. A maior parte das interrupções do lado do vendedor pode ser aliviada pelo aumento do nível de colaboração entre os parceiros (SQUIRE *et al.*, 2009).

Zsidisin *et al.* (2004) realizaram uma pesquisa cujo resultado indicou que as organizações de compras podem avaliar o risco de fornecimento com técnicas que enfocam o tratamento de problemas de qualidade do fornecedor, melhorando os processos do fornecedor e reduzindo a probabilidade de interrupções no fornecimento. Os autores relatam um processo de avaliação de risco que mede oito

fatores que são considerados críticos para ter um fornecimento confiável, previsível e econômico de materiais e serviços (Quadro 2).

Quadro 2 - Critérios de análise de risco de desabastecimento

Critérios	Descrição
Design	Capacidade de concluir o projeto, seguir o design para as metas de fabricação, validar o design, avaliar as interações de materiais e fabricar o item. Isso se refere ao design da empresa e do fornecedor, bem como às declarações de trabalho para o serviço de terceirização de fornecedores.
Qualidade	Os materiais, serviços ou produtos diretos e indiretos atendem consistentemente aos requisitos e os processos de suporte estão em vigor para garantir o controle.
Custo	Determinado pelos custos teóricos do cliente, benchmarking do setor, modelos de custo efetivo e decisões de fazer ou comprar, quando apropriado.
Disponibilidade	Avaliar o risco do fornecimento, os requisitos de volume da unidade e o ferramental de materiais (quando aplicável).
Capacidade de manufatura	Risco associado à capacidade de produção quando as especificações de material são atendidas. Se o material ainda não tiver sido recebido, isso pode levar à antecipação de possíveis problemas futuros.
Fornecedor	Avaliar e escolher fornecedores de boa saúde financeira e fabricação em áreas de desastres naturais politicamente estáveis ou de baixo risco. Também se refere a instâncias em que o comprador se torna uma porcentagem muito grande dos negócios de um fornecedor.
Legal	Risco associado ao status legal substantivo do material, produto ou serviço, como restrições de importação / exportação e questões fiscais.
Meio ambiente, saúde e segurança	Questões como o manuseio e uso de materiais perigosos e a conformidade com a EPA, a OSHA e outras políticas de órgãos governamentais por fornecedores.

Fonte: Zsidisin *et al.* (2004)

Por este ângulo, Nekooie, Sheikhalishahi e Hosnavi (2015) declaram que, na seleção de fornecedores considerando riscos estratégicos e operacionais, e quando a tecnologia e logística são bem definidas e estáveis, aspectos como a estabilidade do processo de produção e os processos de transporte devem ser negligenciados. No entanto, nos casos em que os processos de produção e logística são instáveis, os riscos e interrupções associados devem ser incorporados ao modelo.

A revisão de literatura de risco na cadeia de suprimentos, feita por Hamdi *et al.* (2018), revelou três pontos: pesquisa quantitativa são maioria sob a forma de

formulação matemática, prevalência de abordagem combinada com destaque para o método Analytic Hierarchy Process (AHP) e métodos de otimização estocástica estão em crescimento por serem melhores para modelar em ambiente de flutuações e mudanças.

Por fim, pode-se compreender que há uma forte relação entre os critérios e benefícios da seleção de fornecedores com abordagem a parcerias de longo prazo e risco de desabastecimento.

2.3 Produtos da Biodiversidade Amazonense

A Amazônia impressiona pela beleza e também pelos números, porque possui a maior bacia hidrográfica, cerca de 6 milhões Km², e uma enorme variedade de seres vivos, considerado o maior bioma do Brasil. Entre esses, são aproximadamente 2.500 espécies de árvores e 30 mil espécies de plantas, que representam enormes estoques de recursos naturais (MMA, 2017).

Entre esses recursos naturais, existem os chamados produtos naturais ou produtos da biodiversidade; mas este termo pode ter um sentido abrangente, pois nele incluem o extrativismo vegetal e pesqueiro até agriculturas consolidadas, como café, soja e laranja, além da produção de biomassa vegetal brasileira (MMA, 2019).

Há de se observar que o conceito de produtos naturais se identifica com produtos da biodiversidade. Contudo, se for tratado em contexto diferente, recebe outras definições, por exemplo, no tema vegetarianismo receberá uma abordagem voltada a um estilo de vida saudável (GOMES, 2009). Desse modo, encontram-se aplicações de produtos da biodiversidade em simples brinquedos, artesanatos, alimentos, remédios (BARROS, 2009) e até em engenharia genética (ASTOLFI FILHO; NUVES-SILVA; BIGI, 2014).

Os produtos da biodiversidade amazônica também podem ser incluídos no que a *Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO* (2014) define por Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM), pois determina que são “bens de origem biológica, que não a madeira, derivada de florestas, outras terras arborizadas e árvores fora das florestas”, e incluem alimentos e aditivos alimentares, fibras, resinas, gomas, produtos de origem animal e vegetal empregados para fins medicinais, cosméticos e culturais.

E seguindo o mesmo sentido, Dos Santos *et al.* (2003) afirmam que o conceito de PFMN incorpora a variedade de produtos que não possuem finalidade madeireira; portanto, é utilizado para descrever os recursos florestais que ainda têm o *status* selvagem ou semidomesticado e, assim, diferenciar dos plantios agrícolas estabelecidos.

Semelhantemente, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, através da pesquisa de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS, classifica os PFMN como “Extração Vegetal não-madeireira”, cujos grupos que se destacam nacionalmente são Alimentícios, Ceras e Oleaginosas (IBGE, 2018a).

Uma outra definição que pode ser relacionada aos produtos da biodiversidade amazônica é tratado por Herculano (2013), que os chama de ativos da Amazônia ou amazônicos. Em suas palavras: “correspondem a um ou mais bens ou haveres do patrimônio da Amazônia, inclusive espécies vegetais e metabólicos, no sentido real ou potencial” (HECULANO, 2013, p. 29).

Percebe-se que, ao se interpretar os produtos da biodiversidade amazônica como “ativos”, aponta-se para uma noção de “insumo” e “matéria-prima” de uma cadeia produtiva e, aplicando uma perspectiva de gestão de operações, também são produtos usados na base de uma cadeia de suprimentos.

Em vista disso, neste trabalho, o termo produtos da biodiversidade amazônica refere-se, essencialmente, aos recursos vegetais renováveis da região norte, produtos florestais não madeireiros que possuem valor comercial e estão inseridos dentro de uma cadeia produtiva, podendo estarem ou não em estado natural.

Nesse mesmo sentido, é importante saber o que se entende por bioprodutos, produtos provenientes da bioindústria, podendo ser de origem animal, vegetal ou microrganismo (MIGUEL, 2007), ou seja, indica a utilização de matéria-prima nativa regional para o desenvolvimento de produtos (MAFRA; LASMAR; VILELA JUNIOR, 2017). Neste ponto, evoca-se que esta pesquisa está focada na indústria que processa esses bioprodutos de origem vegetal, comercializados a partir da região amazônica.

O valor econômico da biodiversidade brasileira é complexo de ser calculado, pois o valor agregado dos produtos da biodiversidade ainda é muito baixo e faltam mais estudos relacionados (JOLY *et al.*, 2011). O MMA também afirma a dificuldade de calcular seu valor, porém, pelo motivo de sua ampla variedade (MMA, 2019). No

entanto, o consenso está na sua importância, que se eleva ainda mais por meio do conhecimento biotecnológico (LIMA, 2011).

Conforme o IBGE (2018b), a extração vegetal nacional obteve R\$ 4,3 bilhões no ano de 2017, que representa um decréscimo de 1,9% em relação a 2016. Já a participação dos PFNM, obteve R\$ 1,6 bilhões sobre o valor de produção, que representa uma redução de 0,4% em relação a 2016. Atualmente, o destaque é para o açaí (*Euterpe oleracea/precatoria Mart*) cuja maior parte da produção vem de áreas cultivadas, e tem elevado o valor pago ao produtor devido a sua maior demanda, cerca de R\$ 596,8 milhões, em nível nacional (Tabela 2).

É importante relatar que alguns produtos da biodiversidade amazônica de importância econômica e social não têm dados oficiais de produção (MORAES, 2018); alguns até possuem informações de produção, porém os dados de exportação são limitados, dificultando a rastreabilidade (KINGO; HOMMA, 2015). Dessa forma, entende-se que falta mais organização na base produtiva (HERCULANO, 2013) e, além disso, o volume total da produção e valor de produção absoluto dos insumos regionais podem ser bem maiores do que os registros oficiais demonstram.

Para a cadeia de valor de bioprodutos da Amazônia, se destacam os critérios de regionalização, haja vista que os produtos da biodiversidade locais estão distribuídos em diferentes microrregiões do Estado, como também as propriedades dos bioprodutos podem ser influenciadas pela origem geográfica da região amazônica. Desse modo, o que importa para criar uma cadeia de valor de produtos da Amazônia é efetuar: (a) transições sociotécnicas que vão além das tecnológicas; (b) regulação; (c) práticas de mercado e usuários, cultura, infraestrutura; (d) redes de relacionamentos e de fornecedores (MORAES, 2018).

Portanto, desenvolver a comercialização de produtos amazônicos naturais torna-se favorável por dois motivos: primeiro, pela tendência de substituição de produtos sintéticos por produtos de origem vegetais nos países industrializados; o outro ponto é a demanda de maior produção por produtos alimentícios e farmacêuticos. No entanto, existem problemas para esta expansão: a utilização de tecnologias rudimentares para processar estes bioprodutos, a visão corporativista atrasada e pouca mão de obra altamente qualificada para pesquisa e produção (ASTOLFI FILHO, 2001; BARBOSA; BICHARA, 2015).

Assim, os produtos da biodiversidade amazônica são a matéria-prima, ou ativos, da bioindústria amazonense, que passarão a ser chamados de bioprodutos da Amazônia. Apesar das poucas informações, é possível observar algum grau de importância econômica através dos dados oficiais de produção (Tabela 2), principalmente para os produtores regionais.

Tabela 2 - Produção nacional e amazônica de extração vegetal

Produto	Produção nacional (t)	Produção do AM (t)	Produção do AM (%)	Valor da Prod. nacional (milhões)	Valor da produção AM (milhões)	Valor da produção (%)
Açaí em fruto (<i>Euperte oleracea/precatoria</i> Mart.)	219.885	50.503	22,97%	R\$ 596,8 mi	R\$ 91,7 mi	15,37%
Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>)	2.663	854	32,07%	R\$ 31,4 mi	R\$ 16,3 mi	51,91%
Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	24.035	10.178	42,35%	-	-	
Camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) *	25,8	2,6	10,08%	-	-	

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 2017 e PEVS 2017, **Resultados preliminares do IBGE.

2.3.1 Açaí (*Euterpe oleracea*)

Segundo o IBGE (2018), o açaí está classificado como produto extrativista não madeireiro do grupo alimentícios, e foi destaque na produção nacional em 2017 com o registro de 219.885 toneladas, volume de 2% maior que no período anterior, representando R\$ 596,8 milhões, um acréscimo de 10,5% no seu valor de produção, sendo que maior parte teve origem em áreas cultivadas.

Os dois maiores produtores nacionais dessa *commoditie* foram os estados do Pará (64,54%) e Amazonas (22,97%), seguido do Maranhão (8,34%), Acre (2,12%) e Amapá (1,26%). Esses dados demonstram que os estados do Pará e Amazonas, juntos, respondem por 87,5% da produção nacional, mas também observa-se que o elevado consumo desse produto tem aumentado o valor pago aos produtores, fazendo-os adotarem métodos de manejo mais adequados (IBGE, 2018a). No Pará, a safra ocorre no meses de agosto a dezembro, já no Amazonas a safra ocorre no

período de novembro a maio, concentrando-se nos municípios de Tefé, Coari e Codajás (SUFRAMA, 2003; HOMMA *et al.*, 2006).

De acordo com Homma (2015), esse fruto precisa de vasto investimento em P&D para aproveitar as potencialidades e, principalmente, trazer segurança aos plantios em expansão. Outro fator importante a observar é a falta de código NCM (Nomenclatura Comum Mercosul) específico para os derivados do açaí, pois prejudica o rastreamento das exportações.

A relevância do Brasil como maior produtor da fruta do açaí vem chamando a atenção do mercado estrangeiro, pois investimentos têm sido feitos na sua importação para utilização tanto na indústria alimentícia quanto na farmacêutica. Estudos mostram que o consumo de açaí tem sido relacionado ao baixo risco de desenvolvimento de diversas doenças, devido às propriedades antioxidantes presentes nesse alimento rico em polifenóis (CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018; YUYAMA *et al.*, 2011).

2.4 Bioindústria Amazonense

A Bioindústria é a utilização, em escala industrial e empresarial, de um conjunto de conhecimentos e tecnologias biotecnológicas para gerar produtos e serviços em diferentes segmentos de mercado (JUDICE; BAÊTA, 2005). É vista como uma atividade industrial que reúne distintas e tradicionais indústrias (alimentar, farmacêutica, química, saúde, energia e informação), convergindo-as em uma nova indústria promissora (LOPES; CARNEIRO, 2005).

Nesse sentido, esta recente atividade econômica é uma possibilidade para o aproveitamento comercial da biodiversidade regional e a sustentabilidade das comunidades extrativistas amazônicas (ENRÍQUEZ, 2008). No entanto, o extrativismo, enquanto elemento de estrutura econômica, ainda precisa de suporte e melhorias devido à sua fragilidade, principalmente no que tange a questão das escalas, pois, certamente, atividades extrativas não conseguem atender à demanda de grandes mercados. Portanto, infere-se que atividades extrativas não conseguem ser capazes de atender ao processo das escalas de produção industrial (SOUZA; SAMPAIO; MIRANDA, 2015).

No Amazonas, um dos primeiros esforços de caracterizar a Bioindústria local foi de Lasmar (2005), a qual denominou de Fitoindústria e também apontou os

diferentes níveis de complexidades tecnológicas empregadas em sua cadeia produtiva (baixa, média e alta). Mais tarde, Araújo Filho (2010), ao analisar a participação de empresas de bionegócios, fez uma tipologia dessas atividades comerciais em relação aos tipos de processos e atividades, começando pelo Grupo 1, que consiste no uso da biodiversidade em estado *in natura*, até o Grupo 4, que emprega a biotecnologia moderna.

Mafra, Lasmar e Vilela Junior (2017) recentemente propuseram uma estrutura setorial para a bioindústria amazonense, próximas do padrão apresentado de outras regiões (Quadro 3). Além disso, identificaram três setores que se destacam pela quantidade de empresas que reúnem, são eles: Alimentos nutracêuticos e Bebidas (37,2%), Farmacêutico, Terapêutico e Cosmético (29%) e Serviços biotecnológicos (16%).

Quadro 3 - Setores propostos para bioindústria amazonense

Setores	Atividades
Bioenergia e Biocombustível	Produção de biodiesel, etanol, bio-óleos e tecnologia de produção de enzimas para fabricar biocombustíveis.
Farmacêutico, Terapêutico e Cosmético	Fabricação de produtos botânicos e medicinais para usos dermatológicos e cosméticos (higiene, limpeza pessoal e cosméticos, fitoterápicos, farmacêutico).
Saúde animal	Produtos de nutrição e saúde animal; biofarmacêuticos e processos biotecnológicos para animal; vacina animal, biofármacos, proteínas convencionais para alimentação animal, e alimentos alternativos (proteínas, energéticos e fitoterápicos) para alimentação animal.
Serviços biotecnológicos	P&D comercial, fornecimento de matéria-prima, produção e comércio de insumos e equipamentos (embalagens etc.), diagnóstico e qualidade, consultoria e monitoramento.
Biotecnologia agrícola	Bio-fertilizantes, controle biológico e processamento agrícola, sementes, cultura de tecido, clonagem de mudas e desenvolvimento de cultivares e novas tecnologias na criação de animais e vegetais.
Alimentos nutracêuticos e bebidas	Polpas e extratos de frutas regionais, barras, doces, suplementos e produtos nutracêuticos, bebidas não alcólicas (sucos), concentrados, aromas e corantes naturais e tecnologia de alimentos.
Meio ambiente	Biorremediação, tratamento de resíduos, monitoramento e consultoria, controle biológico de pragas urbanas e aproveitamento de resíduos para produção de biomateriais.

Fonte: Mafrá, Lasmar e Vilela Junior (2017).

No sentido de tornar compreensível este trabalho, esclarece-se que o empreendimento onde foi realizada a pesquisa está identificado, segundo a atividade, no setor de serviços biotecnológicos. Porém, é importante enfatizar que a empresa também pode ser classificada em outros setores da bioindústria amazonense, como na farmacêutica, terapêutica e cosmética. Na SUFRAMA, ela está classificada no subsetor de produtos químicos e farmacêuticos (SUFRAMA, 2017).

É significativo dizer que a bioindústria pode ser uma alternativa econômica para ser agregada ao modelo Zona Franca de Manaus (ANDRADE, 2017), ainda mais com a previsão de uma industrialização global mais competitiva devido à Quarta Revolução Industrial (WEF, 2016) e, dessa forma, aproveitar suas vocações endêmicas (PIATAM, 2018). No entanto, é preciso a formação de um parque produtivo forte com a domesticação de plantas extrativistas atualmente conhecidas e outras promissoras (HOMMA, 2012).

Segundo Moraes (2018), existem carências de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para a bioindústria no Amazonas nos aspectos estruturais de processos, transportes, fornecimento de energia, agricultura/extrativismo e logística. E, especificamente, sobre os processos, a autora descreve sobre os processos de transformação do açaí (*Euterpe edulis*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

O açaí, produto agora em alta no mercado, consiste na maior parte em processos semiautomatizados, com a problemática de faltar equipamentos tecnológicos úteis nas etapas de limpeza e conservação. Além disso, constata-se o desperdício de material que poderia ser aproveitado como subprodutos. No entanto, a bioindústria do açaí apresenta alguns avanços que se aplicam na produção de polpa desidratada, como a liofilização, a atomização (secagem por Spray Drayer), desidratação a vácuo e a produção do xarope em misturas de polpa de açaí com outras frutas (MORAES, 2018).

Nesse contexto de aperfeiçoamento da produção do açaí, a metodologia *Spray Drayer* é considerada uma boa estratégia de produção em larga escala, pois tem sido amplamente empregada para a produção comercial de outros alimentos vegetais. Os frutos secos por esse processo têm boas características reconstitucionais, baixa atividade de água e são adequados para transporte e

armazenamento (KHA; NGUYEN; ROACH, 2010; PHISUT, 2012; ROMUALDO *et al.*, 2015).

2.4.1 Fatores Limitantes da Bioindústria Amazonense

Os fatores limitantes ao progresso da bioindústria amazônica, também denominados de bloqueios, gargalos ou entraves, são, na verdade, as dificuldades inter-relacionadas e percebidas em várias etapas do processo de desenvolvimento pela comunidade acadêmica e empreendedores da região amazônica (ASTOLFI FILHO; NUVES-SILVA; BIGI, 2014; SENA; VILELA JUNIOR, 2015; SILVA; MAFRA, 2017).

Desse modo, podem facilmente ser listados dez fatores limitantes da bioindústria amazônica: 1) disponibilidade de recursos humanos; 2) infraestrutura para P&D; 3) recurso financeiro; 4) ausência de empresas inovadoras; 5) falta de informações adequadas; 6) marcos regulatórios; 7) interação entre empreendimentos e ICTs; 8) qualidade da matéria-prima; 9) questão geográfica/logística; e 10) cadeia produtiva.

Este último fator, a cadeia produtiva, é bastante relacionado às dificuldades de qualidade e logística, mas também aos problemas comuns do extrativismo, como escala de produção, falta de abastecimento, fornecimento irregular e utilização de técnicas rudimentares (LIMA, 2011).

Portanto, as bioindústrias demandam ambientes de negócios favoráveis e incentivos que promovam o investimento privado e políticas de longo prazo, a fim de se prevenir do alto risco tecnológico e longo período de desenvolvimento (ANDRADE, 2017). As ações consideradas estratégicas para o desenvolvimento bioindustrial da Amazônia devem ser voltadas à formação, atração e fixação de recursos humanos para atuar tanto na pesquisa quanto na produção. Além disso, diversas ações precisam ser feitas em infraestrutura e inovação de bioprodutos (ASTOLFI FILHO; NUVES-SILVA; BIGI, 2014).

2.5 Métodos Multicritérios na Seleção de Fornecedores

Os métodos de decisão multicritérios (MCDM - *Multi Criteria Decision Making Methods*) são um conjunto de técnicas consideradas como ferramenta complexa de

tomada de decisão (DM - *Decision- Making*), que envolvem fatores quantitativos e qualitativos. A estrutura metodológica desses métodos visa fornecer aos tomadores de decisão dados racionais e objetivos em meio a um conjunto finito de alternativas, avaliadas de múltiplos pontos de vista, chamados critérios (MARDANI *et al.*, 2015).

Mello *et al.*, (2003) descrevem os componentes básicos de um problema de decisão multicritério:

- **Decisores:** também chamados de decisor, agente ou tomador de decisão, são seres humanos racionais que fazem as escolhas e declaram a preferência como entidade única;
- **Analista:** é o indivíduo responsável de interpretar e quantificar as opiniões dos decisores, definir o problema, elaborar o modelo quantitativo e apresentar os resultados;
- **Modelo:** é um sistema composto por regras e operações matemáticas capazes de transformar as convicções e preferências dos decisores em valores de desempenho;
- **Alternativas:** são um conjunto de atributos, características ou ações que podem ser analisadas separadamente; são elas que o modelo vai apontar para escolha;
- **Critérios:** são as funções de valor que permitem a comparação entre as alternativas do modelo. O decisor vai, conforme suas preferências, julgar as alternativas por cada critério.

Segundo de Almeida (2013, apud FREJ, 2017), os conceitos básicos dos métodos multicritérios podem ser compreendidos através da matriz de preferências, visto que é considerada como a melhor organização para representar a relação entre os critérios e alternativas. Esta matriz, definida para m alternativas (a_1, \dots, a_m) e n critérios (C_1, \dots, C_n), apresenta dimensão $m \times n$ e os seus elementos são os desempenhos, valores ou níveis de aceitabilidade de cada alternativa segundo cada critério. Essa representação é vista na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de decisão de um problema multicritério

Alternativas	Critérios			
	C ₁	C ₂	C _n
a ₁	v ₁ (a ₁)	v ₂ (a ₁)	v _m (a ₁)
a ₂	v ₁ (a ₂)	v ₂ (a ₂)	v _m (a ₂)
.....
a _m	v ₁ (a _n)	v ₂ (a _n)	v _m (a _n)

Fonte: de Almeida (2013, p.33).

A vantagem mais importante dos métodos de múltiplos critérios é sua capacidade de abordar os problemas marcados por diferentes interesses conflitantes, quando não é possível resolver por métodos comuns. Nos últimos anos, várias técnicas e abordagens MCDM foram sugeridas para a escolha das opções prováveis ótimas (MARDANI *et al.*, 2015).

Devido à aplicação e adaptação em campos e público-alvo distintos, existem diversos métodos sob a MCDM, os quais apresentam particularidades de desempenho nas pesquisas empíricas. Nesse sentido, escolher uma abordagem de solução de problemas e um modelo depende dos atores envolvidos no processo, objetivos almejados, informações disponíveis, tempo e assim por diante (MARDANI *et al.*, 2015).

Em uma revisão de literatura, Velasquez e Hester (2013) identificaram os métodos MCDM mais comuns, concentrando-se, principalmente, nas áreas de pesquisa operacional e ciência de gestão, que apontou os 11 métodos seguintes: a) Teoria da Utilidade Multi-Atributo (MAUT - *Multi-Attribute Utility Theory*); b) Processo Analítico Hierárquico (AHP - *Analytic Hierarchy Process*); c) Teoria dos Conjuntos Difusos (*Fuzzy Set Theory*); d) Raciocínio Baseado em Casos (CBR - *Case-Based Reasoning*); e) Análise Envolvória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*), f) Técnica de Avaliação Multi-Atributo Simples (SMART - *Simple Multi-Attribute Rating Technique*), g) Programação por Metas (GP - *Goal Programming*), h) ELECTRE, i) PROMETHEE, j) Peso Aditivo Simples (SAW - *Simple Additive Weighting*), e l) Técnica para Ordem de Preferência por Semelhança com a Solução Ideal (TOPSIS - *Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solutions*).

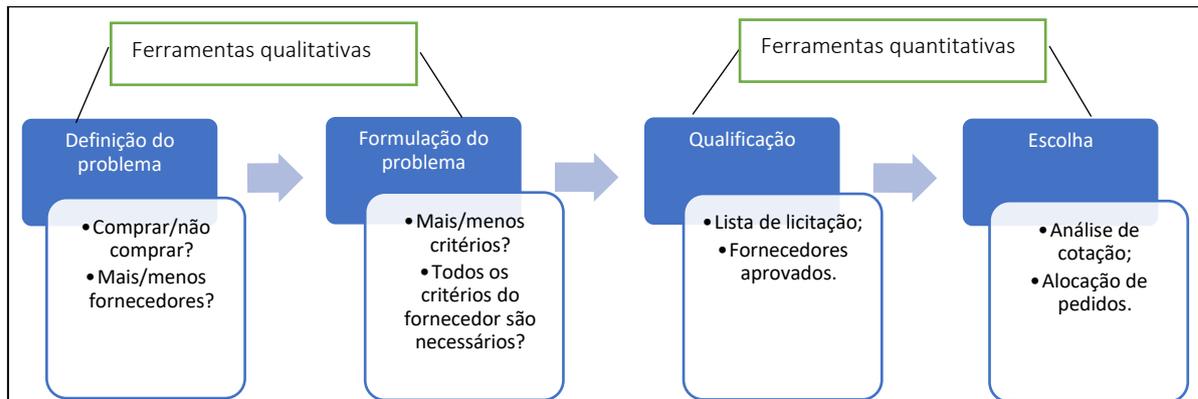
Na literatura, o problema de seleção de fornecedores é essencialmente direcionado a uma abordagem MCDM (CHAI; LIU; NGAI, 2013). Portanto, a

ferramenta MCDM mais adequada ao processo de compras da SCM está condicionada ao problema a ser resolvido (ARULDOSS; LAKSHMI; VENKATESAN, 2013).

O problema multicritério da seleção de fornecedores inclui fatores qualitativos e quantitativos (critérios) e vários modelos e técnicas foram desenvolvidos para lidar com essas questões (TAHRIRI *et al.*, 2008). De Boer, Labro e Morlacchi (2001), através da revisão de modelos de seleção de fornecedores, identificaram as fases (Figura 2) que compõem a estrutura básica destes modelos:

- a) **Definição do problema:** esta fase envolve determinar qual é o problema, qual o objetivo do decisor e por que selecionar um ou mais fornecedores parece ser a melhor forma de resolver o problema. Nessa fase, é preferível usar métodos que apoiam o decisor na definição de problemas.
- b) **Formulação dos critérios:** quanto à fase de formulação dos critérios, é identificar quais critérios vão intervir no processo de decisão e resumir as relações entre os critérios de escolha do fornecedor através de métodos que esclareçam a importância entre eles junto ao decisor.
- c) **Qualificação:** a qualificação tem como objetivo reduzir o conjunto de fornecedores disponíveis para o processo de seleção, logo, o resultado irá determinar menos fornecedores aceitáveis. Basicamente, a fase de qualificação é um processo de triagem de fornecedores em vez de classificação.
- d) **Escolha:** é a fase onde o modelo de tomada de decisão será estruturado e aplicado no processo de seleção. São muitos os métodos multicritérios para classificação e avaliação de fornecedores. Viana e Alencar (2012) argumenta que as novas modelagens de seleção de fornecedores tendem a incorporar mais de um método. Os modelos de seleção de fornecedores possuem cerca de cinco critérios. O estudo demonstrou que as metodologias mudam ou evoluem com o passar do tempo; porém, os critérios permanecem os mesmos, ao mesmo tempo em que são acrescentados outros.

Figura 2 - Posicionamento das fases de modelos de seleção de fornecedores



Fonte: adaptado de De Boer, Labro e Morlacchi (2001).

De Boer, Labro e Morlacchi (2001), identificaram que a maior parte da atenção foi atribuída à fase de escolha no processo de seleção de fornecedores. As outras fases do processo receberam pouca atenção de pesquisadores em pesquisa operacional ou compra e fornecimento. Por consequência, a baixa importância dada às fases anteriores pode afetar a qualidade da fase de seleção final.

Ainda segundo os autores, a maioria dos métodos de seleção e classificação de fornecedores só considera critérios quantitativos. Por essa mesma perspectiva, a revisão de literatura feita por Sonmez (2006) revelou que há um grande número de métodos e ferramentas de tomada de decisão propostos para a seleção de fornecedores, porém a maioria desses métodos não abordavam critérios qualitativos para a seleção de fornecedores.

A partir do trabalho de Ho, Xu e Dey (2010), ao revisarem a literatura sobre as abordagens de decisão multicritério para avaliação e seleção de fornecedores, os autores definiram que o método individual ou abordagem única mais usado foi o DEA, devido à sua robustez. Já o método combinado ou abordagem composta mais prevalente foi AHP e Programação por Meta em conjunto, devido à sua facilidade de uso e flexibilidade. Além disso, os métodos individuais apareceram mais vezes na literatura.

No entanto, os resultados da revisão de literatura de Lima Junior e Carpinetti (2012) constataram que os métodos individuais mais comuns foram AHP e ANP, por serem capazes de analisar os diferentes cenários de seleção de fornecedores. Quanto ao método combinado mais frequente, foi *Fuzzy AHP*, pela capacidade de

captar julgamentos linguísticos, e, em relação ao uso, os métodos combinados foram predominantes.

Chai, Liu e Ngai (2013) reuniram 26 técnicas de DM que foram usadas para avaliação e seleção de fornecedores, os quais foram resumidas em três categorias: técnicas de tomada de decisão multicritério (MCDM), técnicas de programação matemática (MP) e inteligência artificial (AI). Na Tabela 4, são mostrados os nomes e as abreviações dessas técnicas.

Portanto, sobre os métodos multicritérios, observa-se três fatos: primeiro, apesar de existir uma definição clara da classificação dos métodos MCDM, outros métodos DM são reconhecidamente importantes na seleção de fornecedores, por consequência da finalidade que lhes é atribuída nos modelos, como, por exemplo, o método DEA, GP, abordagem *Fuzzy* e outros mais (HO; XU; DEY, 2010; LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2012; VELASQUEZ; HESTER, 2013). Segundo, devido à complexidade de selecionar fornecedores nos ambientes de competitividades da cadeia de suprimentos e a dificuldade de obter as informações de preferência dos decisores, os métodos MCDM tornaram-se ferramentas de decisão emergentes na literatura, principalmente o método AHP, ANP e abordagem *Fuzzy* (CHAI; LIU; NGAI, 2013; GUARNIERI, 2015). Por último, a abordagem combinada de métodos MCDM passou a ser mais predominante do que a abordagem única, pois aparenta ser mais competente para lidar com incertezas, o que enquadra com a convergência atual do cenário econômico, caracterizado por uma série de transformações nos paradigmas de produção (LIMA JUNIOR; CARPINETTI, 2012).

Em relação ao último fato, os estudos de Jing (2018) e Goli *et al.* (2013) demonstram que a seleção e avaliação de potenciais fornecedores para uma cadeia de suprimentos pode obter benefícios ao combinar métodos distintos no processo de seleção de fornecedores, pois alcança melhoria dos seus suprimentos, maior qualidade do produto e penetração de mercado.

Conforme Yildiz e Yayla (2015), o método AHP é usado, principalmente, nas abordagens individuais e composta. Os métodos compostos mais utilizados foram o *Fuzzy-AHP*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-ANP* e o uso de métodos *fuzzy* se difundiu na última década. Estudos de seleção de fornecedores são predominantes nos setores industriais eletroeletrônico e automotivo, pois esses setores precisam se abastecer de muitos componentes; evidentemente, muitos fornecedores são contratados.

Tabela 4 - Métodos de tomada de decisão mais usados na seleção de fornecedores

Item 1	Técnicas de decisão multidisciplinar (MCDM)	Abreviação
1.1	Processo de hierarquia analítica	AHP
1.2	Processo analítico de rede	ANP
1.3	Eliminação e escolha expressando a realidade	ELECTRE
1.4	Método de organização de classificação de preferência para avaliação de enriquecimento	PROMETHEE
1.5	Técnica para desempenho de pedidos por similaridade com a solução ideal	TOPSIS
1.6	Otimização multicritério e solução de compromisso	VIKOR
1.7	Laboratório de julgamento e avaliação de tomada de decisão	DEMATEL
1.8	Técnica simples de classificação multiatributo	INTELIGENTE
Item 2	Técnicas de programação matemática (MP)	Abreviação
2.1	Análise de envoltória de dados	DEA
2.2	Programação Linear	LP
2.3	Programação não linear	PNL
2.4	Programação Multiobjetiva	MOP
2.5	Programação por Metas	GP
2.6	Programação Estocástica	SP
Item 3	Técnicas de inteligência artificial (IA)	Abreviação
3.1	Algoritmo genético	GA
3.2	Teoria do sistema cinza	GST
3.3	Redes Neurais	NN
3.4	Teoria dos conjuntos	RST
3.5	Redes Bayesianas	BN
3.6	Árvore de decisão	DT
3.7	Raciocínio baseado em casos	CBR
3.8	Otimização de enxame de partículas	PSO
3.9	Máquina de vetores de suporte	SVM
3.10	Regra de associação	AR
3.11	Algoritmo de colônia de formigas	ACA
3.12	Dempster shafer teoria da evidência	DST

Fonte: adaptado de Chai, Liu e Ngai (2013).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Para o trabalho em questão, sob o ponto de vista da sua natureza, considera-se uma pesquisa aplicada, pois gerou conhecimentos para a aplicação prática, orientada à solução de problemas específicos. Sob o enfoque aos seus objetivos, classifica-se, ao menos na sua fase inicial, como uma pesquisa descritiva, pois assumiu a forma de levantamento que reuniu as informações cliente-fornecedor da empresa estudada. Dessa forma, a abordagem descritiva descreveu as características de determinada população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre as variáveis, sem interferência do pesquisador (JUNG, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013).

E ainda sob a perspectiva de seus objetivos, é caracterizada como pesquisa exploratória, perante as fases da proposta de modelagem, pois objetivou descobrir fenômenos, ou a melhoria teórico-prática de sistemas, processos e produtos. Em resumo, dispõe-se à proposição de novos modelos (JUNG, 2010).

Sob o ponto de vista de abordagem do problema, este trabalho está classificado em pesquisa quantitativa, pois o seu foco foi classificar a relação entre as variáveis para garantir a precisão dos resultados. Além disso, considera que tudo pode ser quantificável, traduzindo-se em números, opiniões e informações para classificá-la e analisá-la (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo Miguel *et al.* (2012), cinco princípios são evidenciados na realização da pesquisa com abordagem quantitativa: *mensurabilidade*, captura as evidências da pesquisa por meio da mensuração das variáveis; *causalidade*, procura explicar como as coisas são; *generalidade*, trata da possibilidade dos resultados obtidos serem generalizados para além dos limites da pesquisa; e *replicação*, trata da possibilidade de um pesquisador repetir uma pesquisa de outro e encontrar os seus resultados.

Quanto aos procedimentos técnicos, ou seja, a maneira pelo qual foram obtidos os dados para a elaboração da pesquisa, foram adotados métodos distintos, conforme as características de cada fase. De acordo com Jung (2010), a realização de uma pesquisa sujeita-se aos tipos de procedimentos a serem admitidos para análise e síntese dos dados.

Portanto, baseando-se nos autores Jung (2010) e Miguel *et al.* (2012), os procedimentos adotados foram: pesquisa bibliográfica, documental, estudo de caso, pesquisa de campo e pesquisa operacional. Este último é o procedimento central da pesquisa; portanto, os demais são para apoiá-lo.

A pesquisa bibliográfica é a forma de extrair dados de fontes já publicadas por pesquisadores. Neste estudo, foi aplicada por finalidade de conhecer os principais critérios conforme os estudos que abordaram o tema, mas também informar-se das diferentes formas de contribuição científica sobre insumos e fornecedores da bioindústria amazonense. Foram consultadas bases de dados, periódicos científicos e livros com acesso de forma física e virtual (JUNG, 2010).

A pesquisa documental, diferentemente da bibliográfica, obtém os dados de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Este procedimento foi utilizado com a mesma finalidade da bibliográfica e pode ser essencialmente encontrados em acervos particulares, associações, corporações e centros de pesquisa (JUNG, 2010). Estes dois procedimentos descritos até aqui foram executados, particularmente, nas fases que antecedem o procedimento de pesquisa operacional.

O estudo de caso é o procedimento de pesquisa que faz uma investigação aprofundada em um objeto dentro do contexto local e real, com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e presença de interação entre pesquisador e objeto de pesquisa. Através do estudo de caso, foi possível descrever, após a coleta de dados, a relação cliente-fornecedor do caso, e assim entender a situação do contexto que é realizada a seleção de fornecedores para a bioindústria (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Este estudo de caso foi do tipo transversal e de caso único, pois foi realizado em um período de tempo relativamente curto e somente em uma empresa do setor bioindustrial e entre os fornecedores (JUNG, 2010). O período de coleta de dados na empresa foi entre os meses de abril a dezembro de 2019; já a coleta de dados entre os fornecedores foi realizada entre os meses de novembro a dezembro de 2019.

A pesquisa de campo se caracteriza por coletar informações junto à população pesquisada, garantindo-se que por meio dos instrumentos de pesquisa adequados haja investigação do objeto de estudo (PRODANOV; FREITAS, 2013). O objeto de estudo aqui foi uma empresa da bioindústria amazonense e os

fornecedores de açaí do interior do Estado do Amazonas, que por meio de transportes fluviais regionais (*Ferry boat* e Lanchas Ajato), foi possível chegar as cidades para coleta de dados.

A pesquisa operacional deste trabalho está no contexto da engenharia de produção, baseada em modelagem quantitativa na gestão de produção e operações. Modelos quantitativos são modelos abstratos descritos em linguagem matemática e computacional, que utilizam técnicas analíticas e experimentais para calcular valores numéricos das propriedades do sistema em questão. Em nível de subclassificação na pesquisa operacional, este estudo tem um caráter de pesquisa empírica quantitativa, visto que se ocupa em criar modelos que se adequem bem às relações causais existentes no problema real (MIGUEL *et al.*, 2012).

Ainda sobre a pesquisa operacional, Miguel *et al.* (2012) afirmam que a pesquisa operacional possui uma abordagem científica para auxiliar no processo de tomada de decisões. Andrade (2004) declara que o processo de tomada de decisões exige que as decisões dos gestores tenham alto grau de estruturação, nível estratégico corporativo e com alto grau de racionalidade nas decisões.

3.2 Métodos

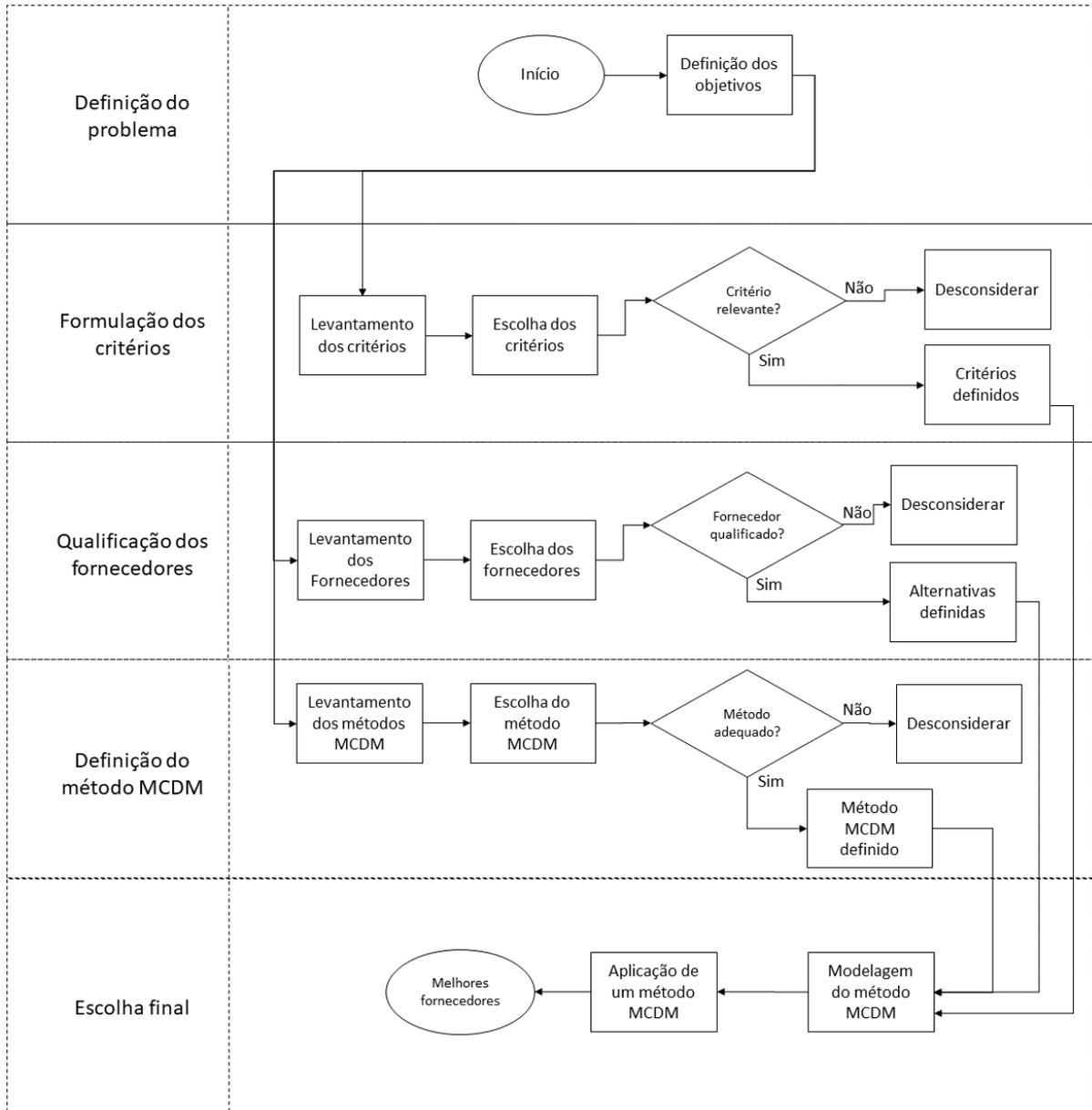
Os procedimentos para seleção de fornecedores foram estruturados em fases distintas, de forma adaptada ao demonstrado por De Boer, Labro e Morlacchi (2001), no qual o fluxograma do processo está apresentado na Figura 3. Estas fases estão dispostas da seguinte forma:

- a) **Definição do problema:** na primeira fase, o trabalho versou em investigar e estabelecer os objetivos do problema. Verificou-se se a empresa precisava de poucos ou muitos fornecedores, se a solução do problema seria buscar fornecedores para um novo produto, mais de um produto ou substituir um fornecedor atual e quantos decisores seriam precisos para tomar a decisão, entre outras informações necessárias para estruturar o problema.
- b) **Formulação dos critérios de decisão:** nesta fase, foi realizado um levantamento dos critérios mais relevantes na literatura que estivessem relacionados ao problema e fossem determinantes no desempenho do processo. Dentre esses critérios listados, foram escolhidos, por meio de

um método qualitativo, os mais importantes para o decisor conforme sua expertise.

- c) **Qualificação dos fornecedores candidatos:** nesta etapa, foi executada uma espécie de triagem ou uma pré-seleção dos fornecedores para reduzir a quantidade de fornecedores ou saber se os candidatos estavam aptos para participar do processo de seleção. A abordagem adotada para esta fase foi tanto quantitativa quanto qualitativa, pois esperou-se escolher as melhores alternativas para o modelo.
- d) **Definição do método MCDM:** nesta etapa, houve a escolha do método MCDM através da avaliação entre as abordagens multicritérios mais descritas na literatura para seleção de fornecedores, observando as vantagens e desvantagens que cada metodologia apresentou para a finalidade do problema.
- e) **Escolha final:** após a definição dos critérios, as alternativas e do método MCDM, foi realizado a modelagem da abordagem de apoio a tomada de decisão. E este modelo foi aplicado no problema de seleção dos fornecedores.

Figura 3 - Fluxograma das fases do processo de seleção dos fornecedores



Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Avaliando que a seleção de fornecedores é um procedimento de alta importância e complexidade, pode-se concluir que a escolha do método MCDM específico que será aplicado está condicionada à determinação dos parâmetros do problema. De acordo com De Boer, Van Der Wegen; Telgen (1998), os métodos MCDM para seleção de fornecedores são diferenciados pelas seguintes características: quantidade de fornecedores-candidatos (alternativas); número de atributos e sua natureza (critérios); porção de agentes tomadores de decisões (decisor) e tipo de regra de decisão (compensatório ou não compensatório).

3.2.1 Coleta de dados

Os instrumentos adotados para se obter informações da realidade do objeto de estudo foram aplicados junto aos fornecedores de produtos da biodiversidade regional e aos decisores de compra da bioindústria, com a finalidade de levantar dados sobre a relação do ponto de vista do comprador e dos fornecedores.

Além do levantamento de dados secundários a partir de periódicos, relatórios e congressos, também houve a coleta dos dados primários, junto aos atores do processo de seleção de fornecedores. Desse modo, algumas instituições foram passíveis de visita para coleta de dados, tais como órgãos públicos, associações, feiras e estradas.

A amostragem dos fornecedores participantes da pesquisa foi a não-probabilística por conveniência, pois não se tem acesso à lista completa de fornecedores que formam a população-objeto. Logo, seria impossível obter uma amostra probabilística representativa (JUNG, 2010).

Quantos aos instrumentos de pesquisa, foram utilizadas entrevistas e questionários com perguntas abertas e fechadas, mas que possibilitaram a análise estatísticas dos dados. A entrevista é a obtenção da informação por meio do pesquisador sobre determinado assunto, que, no caso, foi do tipo entrevista estruturada; porquanto, o entrevistador seguiu um roteiro pré-estabelecido. Já o questionário é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelo informante. Nesta pesquisa, a forma do questionário foi aberto, de múltipla escolha e escalonado (PRODANOV; FREITAS, 2013).

No caso, foram utilizados questionários e entrevistas nas três primeiras fases da pesquisa, e as informações coletadas abrangeram aspectos quantitativos e qualitativos e questões financeiras, estruturais, logísticas e de desempenho.

3.2.2 Tratamento dos dados

Os dados obtidos mediante a aplicação dos procedimentos já descritos, passaram por um tratamento de dados por meio das ferramentas próprias ao seu tipo de abordagem e com foco nos propositivos que se pretendem alcançar.

As informações quantitativas foram tratadas por meio de estatística descritiva e organização gráfica para análise e interpretação. Enquanto os dados qualitativos, provenientes das entrevistas, passaram por análise de conteúdo para categorizar, descrever, interpretar e quantificar o material produzido pelo instrumento de pesquisa.

Reunidas as informações necessárias, foi desenvolvido um modelo quantitativo multicritério de apoio à tomada de decisão para a seleção dos fornecedores. Foram realizadas análises com julgamentos e decisões hipotéticas para ajustar o sistema.

3.2.3 Validação dos dados

No âmbito deste trabalho empírico, a estratégia, para analisar se o conteúdo dos resultados representa a realidade, foi a triangulação dos dados, que consiste em um processo de comparação entre diferentes fontes de dados, no intuito de tornar mais precisas as informações obtidas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Desse modo, serão comparados, analiticamente, os resultados obtidos do método multicritério em relação à visão do tomador de decisão, para verificar se na opinião deste há coerência. Além disso, a triangulação também será composta do ponto de vista das orientações do referencial teórico e complementadas com o posicionamento do pesquisador, pondo em evidência as suas características principais.

4 MODELAGEM DA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

4.1 Definição do Problema

A decisão de selecionar os fornecedores de matérias-primas não é uma tarefa fácil, pois os fornecedores são a peça chave para o sucesso estratégico e operacional de uma organização, e uma escolha errada pode comprometer toda uma cadeia de suprimentos prejudicando a performance de uma empresa.

O estabelecimento onde foi desenvolvida a pesquisa tem como atividade principal executar processos bioindustriais para outras empresas regionais, as quais são responsáveis pela compra das matérias-primas e posterior distribuição dos produtos processados pela empresa, neste caso, a Magama.

A atividade secundária da empresa é desenvolver bioprodutos cujas matérias-primas são oriundas da biodiversidade amazônica, sendo responsável por: buscar e selecionar seus próprios fornecedores; estabelecer parcerias junto a esses; aplicar o processo de secagem industrial por Spray Drier; experimentar, através de testes, e estabelecer o melhor estado de produto seco para comercialização. Para cada processo acabado são necessários de sete a dez toneladas de matéria-prima. Em seguida, o material processado é enviado aos possíveis interessados para divulgação, em pequenas quantidades, como amostras grátis.

Um dos produtos da biodiversidade cuja empresa irá desenvolver este processo industrial é o açaí da variedade *Euterpe*. O interesse por esse fruto é motivado pelas suas características físico-químicas, especificamente sua alta concentração de antocianinas, que são compostos fenólicos, pigmentos naturais com importantes funções biológicas, podendo ajudar na prevenção de doenças (YUYAMA *et al.*, 2011).

Portanto, o problema tratado aqui teve como objeto uma empresa da bioindústria, na pessoa do tomador de decisão da empresa para definir suas preferências e os fornecedores de fruto do açaí de três municípios do estado do Amazonas (Anori, Codajás e Coari) para reunir as informações necessárias aos seus respectivos desempenhos.

4.2 Formulação dos Critérios

Iniciou-se esta etapa pelo levantamento dos critérios na literatura. Isso ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica, abordando os assuntos com mais proximidade ao objeto estudado. Essa busca foi realizada nas plataformas Google Scholar, Springer, Emerald, ScienceDirect e Web of Science, com o emprego dos termos “*supplier selection*”, “*MCDM*”, “*Multicriteria Decison Making*”, “*Agri-Food Industry*”, “*food supply chain*”, “*edible oil industry*” etc., e filtrados por ano de publicação, especificamente entre 2015 e 2019.

Entre os artigos encontrados, 15 publicações tiveram mais relação com o que se pretendeu neste trabalho; destes, foram extraídos e agrupados 31 critérios. Tais critérios são de modelos de seleção de fornecedores da indústria de óleo comestível, indústria do leite, indústria química e farmacêutica e indústria agroalimentar (Quadro 4).

A definição da importância dos critérios foi realizada através da aplicação de um formulário online contendo 31 critérios. Esses, por sua vez, foram avaliados pelo tomador de decisões da empresa por meio da Escala de Likert. A escala dos termos linguísticos usada foi “não se aplica”, “muito baixa”, “baixa”, “média”, “alta” e “muito alta”. O tomador de decisão julgou os critérios conforme seu nível de preferência para seleção de fornecedores e em conformidade às políticas adotadas na empresa. Aproveitou-se o formulário para coletar dados relacionados à empresa e ao decisor, a fim de conhecer seu perfil quanto à relação comercial com os fornecedores ([Apêndice A](#)).

O resultado dessa avaliação revelou que quatro critérios receberam classificação **importância muito alta**; são eles: qualidade, entrega, localização e segurança. Os que receberam classificação de **importância alta** foram 13: preço/custo, capacidade financeira, serviço, relacionamento a longo prazo, flexibilidade, logística, selo ou certificado de qualidade, desenvolvimento e inovação, capacidade gerais de pessoal, gerenciamento e organização, eficiência, capacidade de produção e governança. Os demais critérios receberam classificação de **importância média**.

Quadro 4 - Alguns critérios levantados da pesquisa bibliográfica.

AUTORES	(BORGES DE ARAUJO; HAZIN ALENCAR; COELHO VIANA, 2015)	(DIBA; XIE, 2019)	(PHOCHANIKORN; TAN, 2019)	(LIU et al., 2018)	(REZAEI et al., 2016)	(BANAEIAN et al., 2018)	(FORGHANI; SADJADI; MOGHADAM, 2018)	(SEGURA; MAROTO, 2017)	(TIAN et al., 2018)	(WANG et al., 2018a)	(WANG et al., 2018b)	(İŞIK; ADALI, 2017)	(SHI et al., 2018)	(BANAEIAN et al., 2015a)	(MOHAMMED; HARRIS; GOVINDAN, 2019)
CRITÉRIOS															
Qualidade	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Entrega/Lead-time		X		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Capacidade financeira		X		X	X			X	X	X	X			X	
Custo/Preço	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Relacionamento a longo prazo	X	X													
Flexibilidade	X	X													
Serviço		X				X	X		X	X	X		X	X	
Logística		X													
Certificação do fornecedor					X										
Localização geografia	X														
Desenvolvimento e inovação/Cap. Tecnológica	X	X													
Nível ecológico					X										
Reciclagem				X											
Segurança alimentar								X							
Fatores de risco		X						X							

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Devido à quantidade dos critérios que receberam importância alta e muito alta serem elevadas, foi necessária uma redução deliberada desses critérios agrupando-os, considerando a preferência do decisor e a concordância com as políticas da empresa. Este procedimento foi amparado na premissa que um número maior de critérios pode limitar a capacidade de compreensão cognitiva (SARKIS; TALLURI, 2002).

Outro fato relevante a considerar é que o número de critérios deve refletir as preferências do decisor. No entanto, não pode ser grande o bastante que impossibilite sua operacionalização. Além disso, os critérios adotados podem variar

expressivamente entre os casos de estudo (DIAS, 2015). Portanto, foram reduzidos e selecionados dez critérios que tinham relação com as preferências do decisor, os quais estão descritos a seguir:

- **Qualidade:** a capacidade do fornecedor de atender consistentemente às especificações de qualidade, que incluem recursos variedade, qualidade de produção e percepção qualitativa por parte do comprador.
- **Entrega:** capacidade do fornecedor de cumprir os cronogramas de entregas, que incluem desempenho do *lead time* (quanto menor o tempo de entrega melhor desempenho para o fornecedor).
- **Localização:** o local dos fornecedores pode impactar o custo de entrega e o tempo de entrega, gerando um custo de produção maior; (portanto, quanto mais perto a localização, melhor desempenho do fornecedor).
- **Segurança alimentar:** treinamento e/ou acompanhamento contínuo em práticas de colheita e manuseio do produto por entidades competentes (o desempenho é avaliado qualitativamente).
- **Preço/custo:** estão relacionadas ao preço baixo, custo logístico, descontos oferecidos, tarifas e impostos (quanto menor for esse valor melhor o desempenho do fornecedor).
- **Serviço/Flexibilização:** capacidade de resolver conflitos, formas de pagamento, garantias e políticas de reclamações (é feita uma avaliação qualitativa desse critério).
- **Gestão:** avalia o quanto o fornecedor estabelece o gerenciamento e organização de seu estabelecimento, se possui as exigências documentais para manter relações comerciais com os compradores.
- **Capacidade:** o volume de produtos ou serviços que podem ser produzidos por um fornecedor usando os recursos atuais.
- **Selo ou certificação de qualidade:** a certificação de qualidade é um tipo de sistema de gestão científica. Ele se

concentra, principalmente, em se os produtos dos fornecedores atendem aos regulamentos de qualidade do produto. São emitidos por instituições credenciadoras de reconhecimento nacional ou internacional.

- **Relacionamento a longo prazo:** é o desejo de construir e manter relações comerciais e contratuais de longo prazo com os clientes (esse critério tem uma medida subjetiva).

Para finalizar esta etapa da formulação dos critérios, foi apresentada a relação dos dez critérios selecionados ao decisor para que ele julgasse o peso de cada critério, conforme a aplicação dos termos linguísticos que determinavam o nível de importância específico ([Apêndice B](#)). O peso destes critérios será abordado no capítulo 5.

4.3 Qualificação dos Fornecedores

Esta fase compreende a identificação, ordenação e redução da quantidade de potenciais fornecedores. Buscou-se, então, que um nível mínimo de satisfação seja atendido diante dos parâmetros estabelecidos, caso contrário, o fornecedor seria desconsiderado. Assim, baseando-se no problema proposto, na formulação dos critérios, no perfil da empresa e do decisor, partiu-se a encontrar fornecedores de fruto do açaí que tivessem as características de possíveis vendedores para um comprador de Manaus, que seria, então, do caso em estudo.

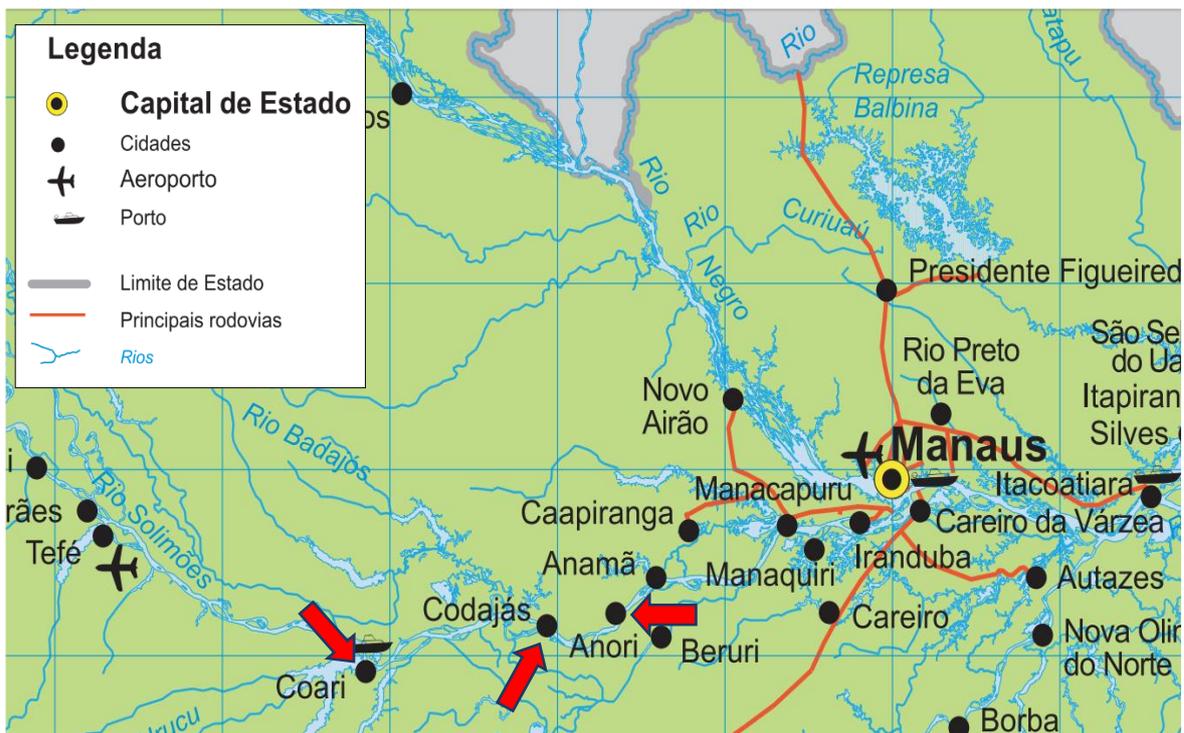
Para este fim, foi criado um questionário semiestruturado contendo perguntas fechadas e abertas que foi aplicado aos vendedores que aceitaram participar do estudo (este questionário e algumas fotos da pesquisa de campo estão no [Apêndice C](#)). Foram entrevistados dez fornecedores de três diferentes localizações, a saber: cinco da cidade de Anori, três da cidade de Codajás e dois da cidade de Coari. Estas localidades estão referenciadas geograficamente no mapa com as setas em vermelho (Figura 4).

Para definir quais fornecedores estavam em um nível mínimo de igualdade e satisfação para serem julgados seus desempenhos, foi deliberado que os

forneecedores qualificados para o modelo deveriam ter tido um acompanhamento ou treinamento de Práticas de Colheita e Manuseio do açaí, como pré-requisito para se avaliar o mínimo de segurança alimentar. Dessa maneira, quem não estava enquadrado nesse parâmetro foi desconsiderado.

Outro parâmetro empregado na qualificação foi a observação de terem vontade de praticar a comercialização de frutos do açaí com vendedores de Manaus, pois alguns manifestaram o desinteresse em vender para compradores da capital. Os entrevistados informaram que essa ausência de vontade tem dois motivos: primeiro, a frustração no histórico de vendas para Manaus e, por último, maior vantagem de vender para compradores do próprio município, denominados “fábricas” ou “açailândias”. Igualmente da forma anterior, quem não se enquadrou neste parâmetro foi desconsiderado.

Figura 4 - Posição geográfica das cidades onde foram realizadas as entrevistas



Fonte: adaptado do IBGE (2020).

Assim, após tabular e analisar criteriosamente todos os questionários, chegou-se à definição de quatro fornecedores qualificados para compor o modelo de decisão multicritério. Esses se tornaram as alternativas do modelo e receberam a identificação A₁, A₂, A₃ e A₄. O conteúdo das informações de cada fornecedor foi

inserido, de forma resumida, em uma matriz para que o decisor conseguisse visualizar e realizar o julgamento relacionando aos critérios ([Apêndice D](#)).

4.4 Definição do Método Multicritério

Para a escolha do método, dentre os existentes na abordagem MCDM, buscou-se os que se adequavam à solução do problema proposto neste trabalho. As características definidoras foram postas em comparação para uma análise conjunta da sua configuração (Quadro 5).

Quadro 5 - Dados para definição do método multicritério

Descrição	Dados
Objetivo	Selecionar
Critérios	10
Alternativas	4
Disponibilidade de tempo	Pouco
Interdependência de critérios	Sim
Interdependência de alternativas	Sim/não
Incerteza	Alta

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Portanto, com base nas características observadas, optou-se em escolher três técnicas MCDM amplamente difundidas na seleção de fornecedores, são eles o SAW, TOPSIS e o PROMETHEE II. Além desses, também foram utilizadas inferências *Fuzzy* associadas a outros métodos, os chamados métodos combinados, que são o *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II*. Dessa maneira, compararam-se as vantagens e desvantagens de cada um, mas isso só foi executável porque todas essas ferramentas são capazes de lidar com as interdependências e se aproveitaram da mesma matriz de decisão.

O SAW é um método de fácil aplicação, não é complexo compreender a lógica por trás das fórmulas, e não requer ferramentas sofisticadas para os cálculos; sua desvantagem está no excesso de simplicidade cujos resultados nem sempre refletem à realidade (VELASQUEZ; HESTER, 2013). Diante do tempo disponível com o decisor, que também impacta na habilidade cognitiva para resolver o método,

foi melhor adequado usar a técnica SAW e, a fim de compensar sua desvantagem, os resultados foram comparados com os outros métodos.

O TOPSIS também é considerado um método de processamento fácil e o número de etapas permanece o mesmo independentemente do número de critérios, e ainda é bastante aplicado na gestão da cadeia de suprimentos. No entanto, a consistência do julgamento pode ser prejudicada pela ponderação dos atributos (KARSAK; DURSUN, 2016; VELASQUEZ; HESTER, 2013). Este método deu ao tratamento dos resultados mais veracidade pela forma como os analisa, por isso foi importante usá-lo neste trabalho.

O PROMETHEE II é um método que está vinculado à abordagem de sobreclassificação ou superação, diferente dos métodos SAW e TOPSIS, que são da Teoria de Utilidade Multi-Atributo. É aplicado para uma classificação completa das alternativas e é fácil de usar, mas sua desvantagem está na falta de clareza da atribuição de valores (KARSAK; DURSUN, 2016; VELASQUEZ; HESTER, 2013). O fato de o PROMETHEE ser de outra abordagem ou escola, faz com que o estudo em questão tenha um resultado mais discutível. Por esta razão optou-se por escolher este método.

Devido à capacidade de modelar os processos subjetivos da avaliação humana, convertendo-as em escalas numéricas, mas também, de modo racional, ser bastante usado nas situações onde o decisor não pode ou não consegue responder uma avaliação, ou seja, diante de altas incertezas (ROSZKOWSKA; KACPRZAK, 2016), foi escolhido os métodos integrados à Lógica *Fuzzy* ou conjuntos nebulosos, que são o *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II*.

Outros métodos amplamente populares não foram escolhidos porque suas técnicas foram consideradas inadequadas ao conjunto de características que o problema apresentou: é o caso do AHP, ANP e DEA cujas apreciações serão discutidas a seguir.

Os métodos AHP e ANP são as técnicas de tomadas de decisão dominantes na seleção de fornecedores, por motivo de serem fáceis de usar e possibilitarem estruturação hierárquica a diversos problemas, além de serem os melhores para lidar com as interdependências (CHAI; NGAI, 2020). Porém, segundo Lima Junior e Carpinetti (2015), a quantidade de critérios usados pode ser determinante durante a escolha de um método adequado para lidar com o problema em questão. Nesse mesmo contexto, Saaty e Ozdemir (2003) afirmam que a quantidade de critérios no

método AHP não pode ser superior a sete, senão haverá problemas em relação à consistência, pois o decisor terá dificuldades na análise. Dessa forma, não seria viável usar essa técnica, porquanto a quantidade de critérios selecionados é maior.

A técnica DEA foi um dos métodos mais utilizados na seleção de fornecedores devido à sua eficiência em analisar problemas com diversas entradas e saídas (CHAI; LIU; NGAI, 2013). No entanto, não tem capacidade de lidar com dados imprecisos, pois assume que todas as entradas e saídas são extremamente conhecidas (VELASQUEZ; HESTER, 2013). Portanto, não se encaixa entre os métodos possíveis para este estudo, pois a incerteza neste problema tem a classificação alta.

Assim, para a última etapa do processo de modelagem da abordagem proposta, que é a escolha final, foram aplicadas as técnicas SAW, TOPSIS, PROMETHEE II, *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II*, onde serão descritos em detalhes no capítulo seguinte.

5 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO

5.1 Ponderação dos Critérios e Matriz de Decisão

Os julgamentos obtidos tanto para o peso dos critérios quanto para o desempenho dos fornecedores foram representados em termos linguísticos, onde cada termo representa um valor numérico. Porém, esses termos receberam uma escala de valores diferentes dependendo se eram para métodos individuais ou combinados com inferência *Fuzzy*.

Tabela 5 - Variáveis de importância para os critérios

Valor linguístico	Escala para peso dos critérios	
	<i>crisp</i>	<i>Fuzzy</i>
Muito Baixa (MB)	1	(0, 0, 0.1)
Baixa (B)	3	(0, 0.1, 0.3)
Média Baixa (MEB)	4	(0.1, 0.3, 0.5)
Média (M)	5	(0.3, 0.5, 0.7)
Média Alto (MEA)	6	(0.5, 0.7, 0.9)
Alta (A)	7	(0.7, 0.9, 1)
Muito Alta (MA)	9	(0.9, 1, 1)

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 6 - Variáveis de julgamento para os fornecedores

Valor linguístico	Escala para desempenho dos fornecedores	
	<i>crisp</i>	<i>Fuzzy</i>
Muito Baixo (MB)	1	(0, 0, 1)
Baixo (B)	3	(0,1, 3)
Médio Baixo (MEB)	4	(1, 3, 5)
Médio (M)	5	(3, 5, 7)
Médio Alto (MEA)	6	(5, 7, 9)
Alto (A)	7	(7, 9, 10)
Muito Alto (MA)	9	(9, 10, 10)

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Devido à complexidade e incerteza do objeto pesquisado, somado à imprecisão do pensamento humano, foi utilizada uma escala de avaliação linguística com sete níveis de classificação (muito baixo, baixo, média baixo, média, média alta, alta e muito alta) para facilitar ao tomador de decisão definir padrões mínimos aceitáveis de julgamento (CHAMODRAKAS; BATIS; MARTAKOS, 2010; XU, 2012).

Para empregar essa classificação linguística nos métodos SAW, TOPSIS e PROMETHEE II, foram atribuídos valores a cada variável (1,3,4,5,6,7,9), uma imputação *crisp* correspondente de 1-9 (Tabela 5), igualmente utilizada por Tarighi, Motamedi e Arianyan (2010).

Nos métodos *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II*, foram associados à variação linguística os números Fuzzy triangulares de 0-1 para o peso dos critérios e outra escala numérica de 0-10 para desempenho dos fornecedores (Tabela 6), conforme Cveta, Natasha e Zoran (2010) e Sagar, Jayaswal e Kushwah (2013). Portanto, os pesos que os critérios receberam por meio do decisor estão descritos na Tabela 7.

No momento do preenchimento da matriz de decisão, o decisor da empresa do estudo de caso se qualificou incapaz de realizar o julgamento dos fornecedores, pois afirmou que não os conhecia e nem os tinha entrevistado pessoalmente para cumprir essa etapa do processo, e se limitou apenas a realizar observações gerais da coleta de dados.

Tabela 7 - Julgamento linguístico do decisor sobre os critérios (W_j)

Formatos dos dados	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
Julgamentos coletados	MA	M	MEB	A	MA	B	MEB	MEA	B	MEA

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Portanto, o resultado da matriz de decisão é mostrado na Tabela 8, onde estão os dados das preferências para os métodos individuais. Nesta matriz alguns critérios não tiveram avaliação linguística de benefício, mas foram imputados como dados quantitativos de custo, especificamente os de localização (C_3) e preço/custo (C_5), pois seus valores, respectivamente, são a distância percorrida, em quilometro por via fluvial até Manaus, e o custo total do saco de açaí de 50 quilos (preço + frete)

até Manaus. Foi atribuído ao critério entrega (C₂) um julgamento linguístico qualitativo de benefício aos seus valores, porque os fornecedores não informaram os dias exatos para entrega. A matriz de decisão para os métodos combinados está detalhada na Tabela 9. Aqui, foram considerados todos os critérios como sendo de benefício e, conseqüentemente, receberam avaliação qualitativa.

Tabela 8 - Julgamento da matriz de decisão para os métodos individuais

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
A ₁	MEA	MA	243	MEA	245	A	M	MEA	MEB	MEA
A ₂	MEA	MEA	243	MEA	250	MA	A	MEA	MEB	A
A ₃	MEB	MEA	312	M	225	M	MEB	MEB	B	M
A ₄	M	A	433	M	170	MEA	MEB	M	MEB	M

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Tabela 9 - Julgamento da matriz de decisão para os métodos combinados

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
A ₁	MEA	MA	A	MEA	MEB	A	M	MEA	MEB	MEA
A ₂	MEA	MEA	A	MEA	B	MA	A	MEA	MEB	A
A ₃	MEB	MEA	MEA	M	M	M	MEB	MEB	B	M
A ₄	M	A	M	M	MA	MEA	MEB	M	MEB	M

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

5.2 Métodos multicritérios Individuais

Nesta seção, as metodologias SAW, TOPSIS e PROMETHEE II, empregadas ao problema de decisão multicritério, foram demonstradas com seus cálculos e resultados. Por fim, foi discutida a consistência dos resultados de cada método estudado para o mesmo problema.

5.2.1 Aplicação do Método SAW

O processo de aplicação do método SAW constitui-se em três etapas principais e estão de acordo com as explicações de Wang, Zhu e Wang (2016): normalizar a matriz de decisão (x_{ij}), atribuir o vetor de peso (w_j) e calcular a pontuação geral de cada alternativa (P_i). No entanto, antes de iniciar, foi substituído

o julgamento linguístico da matriz de decisão pela escala numérica correspondente (Tabela 10). A Normalização da matriz de decisão (etapa 1) foi realizada através da Equação 1, que obteve os resultados da Tabela 11.

Tabela 10 - Matriz de decisão com números crisp (x_{ij})

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
A ₁	6	9	243	6	245	7	5	6	4	6
A ₂	6	6	243	6	250	9	7	6	4	7
A ₃	4	6	312	5	225	5	4	4	3	5
A ₄	5	7	433	5	170	6	4	5	4	5

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}^+}{x_j^+}, & j \in \Omega_{max} \\ \frac{x_j^-}{x_{ij}^-}, & j \in \Omega_{min} \end{cases} \quad (1)$$

Equação usada para normalizar os valores de critérios, onde: r_{ij} é o valor normalizado da i -ésima alternativa para o j -ésimo critério, x_j positivo é o número máximo de x_{ij} na coluna de j para o critério de benefício, x_j negativo é o número mínimo de x_{ij} na coluna de j para o critério de custo e Ω_{max} e Ω_{min} são conjuntos de critérios de benefício e custo, respectivamente.

Tabela 11 - Matriz de desempenho dos fornecedores normalizada pelo método SAW

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
A ₁	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69	0,78	0,71	1,00	1,00	0,86
A ₂	1,00	0,67	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A ₃	0,67	0,67	0,78	0,83	0,76	0,56	0,57	0,67	0,75	0,71
A ₄	0,83	0,78	0,56	0,83	1,00	0,67	0,57	0,83	1,00	0,71

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Em seguida, o peso dos critérios passou pelo mesmo processo de substituição dos termos linguísticos (etapa 2). Essas foram calculadas a normalização pela Equação 2 e, dessa forma, foi alcançado os valores da Tabela 12.

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1 \quad (2)$$

Tabela 12 - Peso dos critérios normalizados (W_j)

Formatos dos dados	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
Julgamentos	9	5	4	7	9	3	4	6	3	6
Normalizados	0,16	0,09	0,07	0,13	0,16	0,05	0,07	0,11	0,05	0,11

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Usando a Equação 3 para construir a função de agregação, obteve-se a soma ponderada de classificação do desempenho de cada alternativa em todos os atributos (etapa 3), onde P_i é a pontuação da i -ésima alternativa, w_j é o peso do j -ésimo critério e r_{ij} é o desempenho normalizado da i -ésima alternativa em relação ao j -ésimo critério. No método SAW, a pontuação do *ranking* P_i representa o desempenho abrangente da i -ésima alternativa e a alternativa com o maior valor de P_i a melhor classificação.

$$P_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ji} \quad (3)$$

O *ranking* apresentado na Tabela 13 foi construído estabelecendo a ordem decrescente dos valores. De acordo com esse *ranking*, a preferência entre os fornecedores equivale a $A_2 > A_1 > A_4 > A_3$. Logo, o fornecedor A_2 deve ser escolhido.

Tabela 13 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método SAW

Fornecedores	Pontuação geral (P_i)	Ranking
A ₁	0,90	2º
A ₂	0,92	1º
A ₃	0,71	4º
A ₄	0,80	3º

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

5.2.2 Aplicação do Método TOPSIS

A técnica TOPSIS foi aplicada seguindo as explicações de Wang, Zhu e Wang (2016), que têm a finalidade de determinar a melhor alternativa, minimizando a distância para a solução ideal e maximizando a distância para a solução ideal negativa.

O processo TOPSIS foi iniciado aproveitando os dados da Tabela 10 e 12, para então realizar o processo de normalização da matriz de decisão (etapa 1), por meio da Equação 4, onde x_{ij} é o valor da i -ésima função de critério para a alternativa A_j . Em seguida, foi calculada a ponderação da matriz normalizada (etapa 2), utilizando a Equação 5, onde w_i é o peso do critério i , para então obter os resultados mostrados na Tabela 14.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$v_{ij} = w_i r_{ij}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (5)$$

Tabela 14 - Matriz de desempenho dos fornecedores ponderada e normalizada

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
A ₁	0,091	0,057	0,027	0,068	0,088	0,027	0,035	0,060	0,028	0,055
A ₂	0,091	0,038	0,027	0,068	0,089	0,035	0,049	0,060	0,028	0,065
A ₃	0,060	0,038	0,035	0,057	0,080	0,019	0,028	0,040	0,021	0,046
A ₄	0,076	0,044	0,049	0,057	0,061	0,023	0,028	0,050	0,028	0,046

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Na próxima fase, foi calculada a solução ideal positiva e negativa (etapa 3), conforme as Equações 6 e 7, onde I' está associado ao critério de benefício e I'' está associado ao critério de custo. Dessa maneira, obtiveram-se os dados da Tabela 15.

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(max_{ij} v_{ij} | i \in I'), (min_{ij} v_{ij} | i \in I'')\} \quad (6)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(min_{ij} v_{ij} | i \in I'), (max_{ij} v_{ij} | i \in I'')\} \quad (7)$$

Tabela 15 - Solução ideal positiva e negativa

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
A ⁺	0,091	0,057	0,027	0,068	0,061	0,035	0,049	0,060	0,028	0,065
A ⁻	0,060	0,038	0,049	0,057	0,089	0,019	0,028	0,040	0,021	0,046

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Posteriormente, calculou-se a distância de cada alternativa para uma solução ideal positiva e uma solução ideal negativa (etapa 4), por meio das Equações 8 e 9. Onde D_j positivo denota a distância entre a i -ésima alternativa e a solução ideal positiva, e D_j negativo denota a distância entre a i -ésima alternativa e a solução ideal negativa.

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (8)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (9)$$

Em seguida, foi calculada a proximidade relativa à solução ideal, aqui por meio da Equação 10. Por fim, o *ranking* das alternativas foi realizado por meio da classificação pelo valor C_i em ordem decrescente, sendo apresentada na Tabela 16. De acordo com esse *ranking*, a preferência entre os fornecedores equivale a $A_2 > A_1 > A_4 > A_3$. Portanto, o fornecedor A_2 deve ser escolhido.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (10)$$

Tabela 16 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método TOPSIS

Fornecedores	D⁺	D⁻	C_i	Ranking
A ₁	0,033	0,050	0,606	2 ^o
A ₂	0,034	0,054	0,614	1 ^o
A ₃	0,058	0,016	0,221	4 ^o
A ₄	0,045	0,035	0,443	3 ^o

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

5.2.3 Aplicação do Método PROMETHEE II

Para o processo do PROMETHEE II, cujo princípio básico é fundamentado em uma comparação pareada de alternativas ao longo de cada critério, seguiram-se as etapas descritas por Maity e Chakraborty (2015) e também pelos autores San Cristóbal Mateo (2012). Continuando o procedimento adotado nesta pesquisa, foi aproveitada as informações da Tabela 10 e 12, a fim de obter os dados fundamentais para a aplicação do método. Em seguida, a matriz de decisão foi normalizada (etapa 1) pelas Equações 11 e 12, orientado, respectivamente, pela condição de critério de benefício ou de custo, onde os valores são mostrados na Tabela 17.

$$r_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

$$r_{ij} = \frac{[\max(x_{ij}) - x_{ij}]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

Onde x_{ij} é a medida de desempenho da i -ésima alternativa em relação ao j -ésimo critério, r_{ij} é o valor normalizado de x_{ij} e n é o número de critérios de avaliação, $\min(x_{ij})$ e $\max(x_{ij})$ são os valores mínimo e máximo de x_{ij} , respectivamente.

Tabela 17 - Matriz de decisão normalizada do método PROMETHEE II

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
A ₁	1,00	1,00	1,00	1,00	0,06	0,50	0,33	1,00	1,00	0,50
A ₂	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A ₃	0,00	0,00	0,64	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₄	0,50	0,33	0,00	0,00	1,00	0,25	0,00	0,50	1,00	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Continuando o procedimento, calcularam-se as diferenças avaliativas da alternativa em relação a outras (etapa 2). Esta parte envolve o cálculo das diferenças nos valores dos critérios entre diferentes alternativas em pares, que no caso foi realizado por meio da Equação 13, onde $D_j(a, b)$ denota a diferença entre as avaliações de a e b em cada critério. O resultado dessa aplicação está na Tabela 18.

$$D_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b) \quad (13)$$

Tabela 18 - Determinação de desvios com base em comparações pareadas

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
D(A ₁ -A ₂)	0,00	1,00	0,00	0,00	0,06	-0,50	-0,67	0,00	0,00	-0,50
D(A ₁ -A ₃)	1,00	1,00	0,36	1,00	-0,25	0,50	0,33	1,00	1,00	0,50
D(A ₁ -A ₄)	0,50	0,67	1,00	1,00	-0,94	0,25	0,33	0,50	0,00	0,50
D(A ₂ -A ₁)	0,00	-1,00	0,00	0,00	-0,06	0,50	0,67	0,00	0,00	0,50
D(A ₂ -A ₃)	1,00	0,00	0,36	1,00	-0,31	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D(A ₂ -A ₄)	0,50	-0,33	1,00	1,00	-1,00	0,75	1,00	0,50	0,00	1,00
D(A ₃ -A ₁)	-1,00	-1,00	-0,36	-1,00	0,25	-0,50	-0,33	-1,00	-1,00	-0,50
D(A ₃ -A ₂)	-1,00	0,00	-0,36	-1,00	0,31	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
D(A ₃ -A ₄)	-0,50	-0,33	0,64	0,00	-0,69	-0,25	0,00	-0,50	-1,00	0,00
D(A ₄ -A ₁)	-0,50	-0,67	-1,00	-1,00	0,94	-0,25	-0,33	-0,50	0,00	-0,50
D(A ₄ -A ₂)	-0,50	0,33	-1,00	-1,00	1,00	-0,75	-1,00	-0,50	0,00	-1,00
D(A ₄ -A ₃)	0,50	0,33	-0,64	0,00	0,69	0,25	0,00	0,50	1,00	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Em seguida, calculou-se a função de preferência (etapa 3). É importante observar que, embora existam seis tipos de funções preferenciais generalizadas, que estabelecem alguns parâmetros, como indiferença e limiares de preferência, em aplicações do cotidiano pode ser difícil para o tomador de decisão especificá-las. Em virtude desse contexto, a seguinte função de preferência simplificada é adotada neste estudo por meio das Equações 14 e 15 (MAITY; CHAKRABORTY, 2015). O resultado deste cálculo está apresentado na Tabela 19.

$$P_j = (a, b) = 0 \text{ se } r_{aj} \leq r_{bj} \quad (14)$$

$$P_j(a, b) = (r_{aj} - r_{bj}) \text{ se } r_{aj} > r_{bj} \quad (15)$$

Prosseguindo, calculou-se a função de preferência agregada (etapa 4), levando em consideração o peso dos critérios informado na Tabela 12. O cálculo destes valores foi por meio da Equação (16) e os dados são mostrados na Tabela 20.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b) w_j \quad (16)$$

Onde $\pi(a, b)$ de a sobre b (0 a 1) é definido como a soma ponderada $P(a, b)$ de para cada critério, e w_j é o peso associado ao j -ésimo critério.

Tabela 19 - Matriz de preferência, cálculo da função $P(a,b)$

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
P(A ₁ -A ₂)	0,00	1,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₁ -A ₃)	1,00	1,00	0,36	1,00	0,00	0,50	0,33	1,00	1,00	0,50
P(A ₁ -A ₄)	0,50	0,67	1,00	1,00	0,00	0,25	0,33	0,50	0,00	0,50
P(A ₂ -A ₁)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,67	0,00	0,00	0,50
P(A ₂ -A ₃)	1,00	0,00	0,36	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P(A ₂ -A ₄)	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	0,75	1,00	0,50	0,00	1,00
P(A ₃ -A ₁)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₃ -A ₂)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₃ -A ₄)	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₄ -A ₁)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₄ -A ₂)	0,00	0,33	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A ₄ -A ₃)	0,50	0,33	0,00	0,00	0,69	0,25	0,00	0,50	1,00	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 20 - Índice de preferência agregada, função $\pi(a, b)$

	A₁	A₂	A₃	A₄
A ₁	0,000	0,099	0,666	0,481
A ₂	0,128	0,000	0,705	0,549
A ₃	0,040	0,050	0,000	0,045
A ₄	0,151	0,190	0,341	0,000

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Na fase seguinte, foi determinado o fluxo de superação de entrada e saída (etapa 5) por meio das Equações 17 e 18. O último procedimento foi estabelecer o fluxo líquido de sobreclassificação (etapa 6) pela Equação 19. A partir destes dados foi possível classificar os resultados na ordem decrescente cujos resultados estão na Tabela 21. Em conformidade com o *ranking*, a sobreclassificação entre os fornecedores equivale a $A_2 > A_1 > A_4 > A_3$. Portanto, o fornecedor 2 deve ser escolhido

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(a, b) \quad (a \neq b) \quad (17)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum_{b=1}^m \pi(b, a) \quad (a \neq b) \quad (18)$$

Onde $\Phi^+(a)$ e $\Phi^-(a)$ denotam o fluxo positivo de sobreclassificação e o fluxo negativo de sobreclassificação para cada alternativa, respectivamente.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (19)$$

Tabela 21 - Ranking da sobreclassificação do método PROMETHEE II

	Fluxo de entrada (ϕ^+)	Fluxo de saída (ϕ^-)	Fluxo líquido ($\phi(a)$)	Ranking
A ₁	0,415	0,106	0,309	2º
A ₂	0,461	0,113	0,347	1º
A ₃	0,045	0,570	-0,525	4º
A ₄	0,227	0,358	-0,131	3º

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

5.2.4 Consistência dos resultados entre métodos multicritérios individuais

Nesta seção, as classificações obtidas com as aplicações dos métodos multicritérios SAW, TOPSIS e PROMETHEE II foram verificadas e comparadas entre si. A Tabela 22 demonstra a classificação obtida em cada um dos métodos para os dez critérios e quatro alternativas.

Tabela 22 - Resultados da aplicação dos métodos MCDM individuais

	SAW	Ranking	TOPSIS	Ranking	PROMETHEE II	Ranking
A ₁	0,903	2º	0,606	2º	0,309	2º
A ₂	0,919	1º	0,614	1º	0,347	1º
A ₃	0,707	4º	0,221	4º	-0,525	4º
A ₄	0,804	3º	0,443	3º	-0,131	3º

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

De acordo com as observações na Tabela 22, percebe-se, claramente, que as análises executadas por cada um dos três métodos MCDM levaram para uma

classificação de ordem idêntica entre os quatros fornecedores. Desse modo, para uma decisão apoiada em método multicritério, o melhor fornecedor para a empresa é a alternativa A_2 .

Observou-se que cada método apresentou resultado específico, em relação ao valor de saída das alternativas avaliadas individualmente. Comparativamente, percebeu-se que os valores mostrados no método SAW estão mais próximos entre si do que nos métodos TOPSIS e PROMETHEE.

Dessa forma, pode-se deduzir que em um cenário onde houvesse uma quantidade maior de alternativas, ou até mesmo um julgamento mais próximo entre duas alternativas, em que a ordem das alternativas é muito importante, poderia ocorrer uma classificação pouco representativa ao aplicar o método SAW.

Esse fato pode ter acontecido devido ao método SAW se limitar a comparar as alternativas por um índice de comparação obtidos por meio de atributos e pesos, uma soma ponderada das classificações de desempenho de cada alternativa em todos os atributos. Dessa forma, o método SAW pode ter afetado o desempenho por causa de sua simplicidade, não mostrando os valores mais representativos.

O método TOPSIS conseguiu destacar melhor os valores das alternativas do que o método SAW, porém observou-se que as alternativas A_1 e A_2 estão próximas. Aqui, nesse caso, se distancia do problema do método SAW, pois as alternativas A_3 e A_4 estão mais afastados daqueles e entre si, sendo mais correto afirmar que no desempenho global as alternativas A_1 e A_2 aproximaram-se por obterem avaliação semelhante.

A apresentação dos resultados melhores pelo método TOPSIS pode ser devido à forma como o método classifica o desempenho de cada alternativa. O método em questão tenta indicar as alternativas que tenham, simultaneamente, a menor distância da solução ideal positiva e a maior distância da solução ideal negativa.

O método PROMETHEE II, por outro lado, conseguiu demonstrar os resultados de forma ainda mais destacada entre as alternativas do que o método TOPSIS. Esse resultado diferenciado é possível, primeiramente, porque o método PROMETHEE II tem origem em uma escola diferente, mas também por ser aplicado para estabelecer uma ordem completa por meio da comparação pareada de alternativas ao longo de cada critério reconhecido. Em vista disso, constata-se que o modo mais sofisticado de calcular o desempenho das alternativas melhora a qualidade dos resultados.

5.3 Métodos Multicritérios Combinados com Lógica *Fuzzy*

Nesta seção, os procedimentos adotados para a aplicação dos métodos multicritérios combinados com lógica *fuzzy*, foram apresentados seguindo a ordem *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II*. Por fim, foi discutida a consistência dos resultados de cada método.

5.3.1 Aplicação do Método *Fuzzy-SAW*

A técnica combinada *Fuzzy-SAW* foi aplicada de modo semelhante aos autores Roszkowska e Kacprzak (2016) e também Wang (2015). A diferença foi na quantidade de decisores e o processo de “*defuzzificação*”. Primeiramente, foram aproveitadas as Tabelas 7 e 9, que são os julgamentos das variáveis linguísticas. Em seguida, inseriu-se a escala *Fuzzy* triangular correspondente ao seu julgamento (etapa 1). Após, fez-se a matriz normalizada e ponderada (etapa 2) por meio das Equações 20 e 21. Os resultados da matriz de decisão *fuzzy* e matriz normalizada e ponderação *fuzzy* estão em Tabelas no [Apêndice E](#).

$$\hat{z}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \text{ and } c_j^+ = \max_i \{c_{ij}\} \quad (20)$$

$$\hat{r}_{ij} = w_j \hat{z}_{ij} \quad (21)$$

Em seguimento ao método, calcularam-se os valores para a variável de saída *fuzzy* ou a chamada “*defuzzificação*” (etapa 3) por meio da Equação 22, aplicada a números *fuzzy* triangulares (BANAEIAN *et al.*, 2018; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2016). Esses valores estão mostrados na Tabela 23.

$$\text{Crisp}(\hat{A}) = \frac{a + 2b + c}{4} \quad (22)$$

Tabela 23 - Variáveis de saída *fuzzy* do método *Fuzzy-SAW*

	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀
\hat{A}_1	0,76	0,49	0,28	0,70	0,33	0,13	0,18	0,57	0,03	0,52
\hat{A}_2	0,76	0,38	0,28	0,70	0,15	0,13	0,28	0,57	0,03	0,63
\hat{A}_3	0,33	0,38	0,24	0,50	0,54	0,09	0,12	0,26	0,02	0,38
\hat{A}_4	0,54	0,45	0,18	0,50	0,76	0,11	0,12	0,42	0,03	0,38

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Para finalizar, agregaram-se as classificações de desempenho (etapa 4) com respeito a todos os critérios para cada alternativa usando a Equação 23. Foi estabelecida a normalização do resultado e *ranking* dos fornecedores que resultou na seguinte ordem $A_1 > A_2 > A_4 > A_3$, em que o fornecedor A_1 deve ser escolhido. Os resultados estão na Tabela 24.

$$FSAW(A_i) = \sum_{j=1}^n \hat{r}_{ij} \quad (i = 1, \dots, m) \quad (23)$$

Tabela 24 - Ranking de desempenho do método *Fuzzy-SAW*

	FSAW	Normalizado	Ranking
A_1	3,99	0,280	1º
A_2	3,91	0,274	2º
A_3	2,85	0,200	4º
A_4	3,50	0,245	3º

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

5.3.2 Aplicação do Método *Fuzzy-TOPSIS*

Segundo Roszkowska e Kacprzak (2016), o método *Fuzzy-TOPSIS* compartilha dos mesmos procedimentos até a matriz normalizada e ponderada do *Fuzzy-SAW* ([Apêndice E](#)), que aqui, neste trabalho, corresponde até a segunda etapa do método anteriormente descrito.

Dessa forma, o método *Fuzzy-TOPSIS* foi aplicado levando em consideração que esses dados já estavam prontos para seguir para a próxima etapa. Em

continuidade ao método, definiu-se a solução ideal positiva (A^+) e ideal negativa fuzzy (A^-) de acordo com as Equações 24 e 25 (etapa 3), em que $V_j^+=(1,1,1)$ e $V_j^-= (0,0,0)$.

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) \quad (24)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad (25)$$

A seguir, calculou-se a distância D_i^+ entre os valores da solução ideal positiva fuzzy e das pontuações das alternativas da matriz \hat{r}_{ij} usando a Equação 26. Do mesmo modo, calculou-se a distância D_i^- de acordo com a Equação 27 (etapa 4), onde $d(\hat{x}, \hat{y})$ é a distância do vértice entre dois números nebulosos \hat{x}, \hat{y} , que pode ser obtida pela Equação 28. Os dados referentes às etapas 3 e 4 estão em Tabelas no [Apêndice F](#).

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\hat{r}_{ij}, \hat{v}_j^+), i = 1, 2, \dots, m \quad (26)$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(\hat{r}_{ij}, \hat{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (27)$$

$$d(x, y) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_x - l_y)^2 + (m_x - m_y)^2 + (u_x - u_y)^2]} \quad (28)$$

Para finalizar, foram ranqueadas todas as alternativas A_i em ordem decrescente CC_i , determinando o coeficiente de proximidade que combina os valores de D_i^+ e D_i^- , conforme a Equação 29 (etapa 5). O resultado mostrou que o Fuzzy-TOPSIS forneceu a classificação equivalente $A_1 > A_2 > A_4 > A_3$, em que o fornecedor A_1 deve ser escolhido. Os resultados estão na Tabela 25.

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} (0 \leq CC_i \leq 1) \quad (29)$$

Tabela 25 - Ranking dos fornecedores avaliados pelo método *Fuzzy-TOPSIS*

Fornecedores	D^+	D^-	CC_i	Ranking
A ₁	0,66	1,66	0,71	1º
A ₂	0,73	1,57	0,68	2º
A ₃	1,84	0,47	0,20	4º
A ₄	1,19	1,13	0,49	3º

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

5.3.3 Aplicação do Método *Fuzzy-PROMETHEE II*

A técnica combinada *Fuzzy-PROMETHEE II* foi aplicada de acordo com os alguns autores (GUL *et al.*, 2018; KRISHANKUMAR; KS; SAEID, 2017; TAVAKKOLI-MOGHADDAM; SOTOUDEH-ANVARI; SIADAT, 2015) Nesse sentido, foi possível utilizar a matriz de decisão normalizada aplicada nos métodos combinados anteriores. Portanto, inicia-se este procedimento após a segunda etapa.

Continuando o procedimento, determinaram-se os desvios com base em comparações pareadas conforme a Equação 30 (etapa 3), onde $f(a) = (m; \alpha; \beta)$, $f(b) = (n; \gamma; \delta)$ e $D(a, b)$. A Tabela referente a esse passo está no [Apêndice H](#).

$$P_k(\tilde{f}(a_t) - \tilde{f}(a_{t'})) = P_k((m_l; \alpha; \beta) - (n; \gamma; \delta)) \quad (30)$$

$$= (m^{pk}; \alpha^{pk}; \beta^{pk})$$

Em seguida, calculou-se a função de preferência (etapa 4) conforme as Equações 14 e 15, devido ao contexto da pesquisa já explicado anteriormente. Após, os graus de preferência foram multiplicados pelo peso respectivo de cada critério (etapa 5), de acordo com a Equação 31. Os resultados descritos acima estão em Tabelas no [Apêndice H](#).

$$\tilde{w}_k P_k(\tilde{f}_k(a_t) - \tilde{f}_k(b_t)) = (m^{wk}; \alpha^{wk}; \beta^{wk}) \cdot (m^{pk}; \alpha^{pk}; \beta^{pk}) \quad (31)$$

Nesta etapa da relação de superação $\tilde{\pi}$ (etapa 6), os graus de preferência ponderados, calculados para cada critério k , são agregados conforme a Equação 32. O fluxo de entrada e fluxo de saída foram calculados em números nebulosos de

acordo com as Equações 33 e 34, respectivamente. Esses dados são mostrados na Tabela 26.

$$\tilde{\pi}(a_t, a_{t'}) = \sum_{k=1}^k \tilde{w}_k P_k (\tilde{f}_k(a_t) - \tilde{f}(b_t)) \quad (32)$$

$$\tilde{\Phi}^+(a_t) = \frac{1}{n-1} \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^T \tilde{\pi}(a_t, a_{t'}) \quad (33)$$

$$\tilde{\Phi}^-(a_t) = \frac{1}{n-1} \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^T \tilde{\pi}(a_{t'}, a_t) \quad (34)$$

Tabela 26 - Índice de preferência, fluxo de entrada e saída em números *fuzzy*

	A ₁			A ₂			A ₃			A ₄			$\tilde{\Phi}^+$		
A ₁	0,00	0,00	0,00	0,22	0,37	0,29	1,04	1,41	1,60	0,69	0,97	1,10	0,648	0,915	0,998
A ₂	0,14	0,27	0,24	0,00	0,00	0,00	1,06	1,53	1,77	0,77	1,19	1,34	0,655	0,994	1,117
A ₃	0,20	0,22	0,22	0,30	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,10	0,173	0,242	0,256
A ₄	0,40	0,44	0,44	0,56	0,77	0,74	0,57	0,72	0,81	0,00	0,00	0,00	0,510	0,644	0,665
Φ^-	0,247	0,312	0,302	0,360	0,528	0,491	0,889	1,217	1,393	0,491	0,739	0,850			

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Antes de efetuar a última etapa, os números *fuzzy* passaram pelo processo de defuzzificação, transformando-os em números *crisp* (etapa 7), conforme a Equação 35. Enfim, calculou-se o fluxo líquido da sobreclassificação (etapa 8) por meio da Equação 36. Os dados, então, foram ranqueados para a identificação dos melhores fornecedores, logo, a ordem dos fornecedores foi $A_1 > A_2 > A_4 > A_3$. Portanto, o resultado da metodologia demonstrou que o fornecedor A₁ é o melhor entre todas as alternativas (Tabela 27).

$$x_{defuz} = \frac{1}{3}(3m + \alpha + \beta) \quad (35)$$

$$\Phi(a_t) = \tilde{\Phi}^+(a_t) - \tilde{\Phi}^-(a_t) \quad (36)$$

Tabela 27 - Ranking da sobreclassificação do método *Fuzzy-PROMETHEE II*

	Fluxo de entrada (ϕ^+)	Fluxo de saída (ϕ^-)	Fluxo líquido ($\phi(a)$)	Ranking
A ₁	1,286	0,451	0,834	1
A ₂	1,359	0,700	0,659	2
A ₃	0,339	1,759	-1,420	4
A ₄	0,947	1,020	-0,074	3

Fonte: autor (2020).

5.3.4 Consistência dos resultados entre métodos multicritérios combinados

Nesta seção, as classificações obtidas por meio das aplicações dos métodos multicritérios *Fuzzy-SAW*, *Fuzzy-TOPSIS* e *Fuzzy-PROMETHEE II* foram analisadas e comparadas entre si. A Tabela 28 exibe a classificação obtida em cada um dos métodos para os dez critérios.

Tabela 28 - Resultados da aplicação dos métodos MCDM combinados

	<i>Fuzzy-SAW</i>			<i>Fuzzy-TOPSIS</i>			<i>Fuzzy-PROMETHEE II</i>	
	FSAW(A_i)	$\sum A_i = 1$	Ranking	CC _i	$\sum A_i = 1$	Ranking	$\tilde{\phi}(a)$	Ranking
A ₁	3,953	0,281	1 ^o	0,71	0,342	1 ^o	0,834	1 ^o
A ₂	3,869	0,275	2 ^o	0,68	0,327	2 ^o	0,659	2 ^o
A ₃	2,809	0,199	4 ^o	0,20	0,098	4 ^o	-1,420	4 ^o
A ₄	3,455	0,245	3 ^o	0,49	0,234	3 ^o	-0,074	3 ^o

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

A Tabela 28 valida que os três métodos *fuzzy-MCDM* resultaram em ordem de classificação iguais para os quatro fornecedores. Portanto, de acordo com esses métodos, conclui-se que a alternativa A₁ obteve desempenho, de modo unânime, para ser escolhida do problema de seleção de fornecedores.

No entanto, o que se pode observar de maneira mais específica sobre a comparação dos resultados é que o método *Fuzzy-SAW* e *Fuzzy-TOPSIS* mostraram uma aproximação entre as alternativas A₁ e A₂, sendo o *Fuzzy-TOPSIS* um pouco melhor na diferenciação. Porém, o método *Fuzzy-PROMETHEE II* foi o que exibiu a melhor forma de apresentar os valores.

Em vista disso, constata-se que as explicações sobre esses resultados são semelhantes às já discutidas na seção 5.2.4, que versa sobre os métodos

multicritérios individuais. Todavia, é importante salientar que essas diferenças particulares são por causa da forma matemática como cada método chegou ao seu resultado.

Outra observação relevante foi a corroboração de que os três métodos *Fuzzy-MCDM*, aplicado na seleção de fornecedores, podem ser usados para resolver problemas complexos de decisão no mundo real, conforme afirma Simić *et al.* (2017).

5.4 Comparação entre os métodos individuais e combinados

Nesta seção, os seis métodos MCDM aplicados na seleção de fornecedores foram comparados e discutidos conforme a percepção de alguns parâmetros usados por Neves (2018), em que foram empregados para comparação de métodos MCDM diferentes para um único problema de tomada de decisão.

O primeiro parâmetro escolhido foi a aplicabilidade, que verifica se os métodos MCDM são realmente aptos para a solução do problema. O parâmetro seguinte foi a ordenação que define a consistência das classificações de ordenações. O outro foi a complexidade, que consiste em perceber o quão complexo é aplicar o método. O último foi a laboriosidade, que tem por objetivo conferir o quão numerosos são os cálculos para a obtenção dos resultados. No Quadro 6, é mostrada essa comparação entre os diferentes métodos.

Quanto à aplicabilidade, todos os métodos MCDM selecionados se evidenciaram aptos para o processo de seleção de fornecedores da bioindústria, considerando-se os critérios e alternativas modelados para o problema de decisão multicritérios em estudo.

Em relação à ordenação, as classificações de ordenações estabelecidas entre os métodos MCDM individuais e combinados se mostraram consistentes quando comparadas entre si, apesar de haver uma inversão de posição entre as alternativas A1 e A2 quando utilizada a lógica *fuzzy*, pois os resultados dos métodos revelam que há aproximação de desempenho entre os dois.

Quadro 6 - Parâmetros de comparação dos métodos MCDM

	Aplicabilidade	Ordenação	Complexidade	Laboriosidade
SAW	apto	$A_2 > A_1 > A_4 > A_3$	baixa	baixa
TOPSIS	apto	$A_2 > A_1 > A_4 > A_3$	baixa	baixa
PROMETHEE II	apto	$A_2 > A_1 > A_4 > A_3$	média	média
<i>Fuzzy</i> -SAW	apto	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3$	média	média
<i>Fuzzy</i> -TOPSIS	apto	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3$	média	alta
<i>Fuzzy</i> -PROMETHEE II	apto	$A_1 > A_2 > A_4 > A_3$	alta	alta

Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Segundo Calache (2018), a explicação para diferenças de ordenação no método *fuzzy* pode estar relacionada à diferença de operadores de agregação, visto que o processo de definição dos parâmetros dos números *fuzzy* podem influenciar diretamente no resultado.

Além disso, os métodos *fuzzy*-MCDM privilegiaram a alternativa A_1 em relação à A_2 nos critérios onde a primeira alternativa obteve desempenho comparativamente superior, especificamente, nos critérios C_2 e C_5 , em contrapartida aos critérios em que a alternativa A_2 se apresentou melhor, notadamente, os critérios C_6 , C_7 e C_{10} . Em vista disso, os números nebulosos elevaram a preferência à alternativa A_1 por meio da combinação dos pesos e julgamentos para esta alternativa, diferentemente dos métodos tradicionais.

Outra explicação é a diferença de aplicação entre os métodos individuais e compostos. Quando foi ajustado o modelo aos métodos *fuzzy*-MCDM, todos os critérios foram representados no formato de conjunto *fuzzy*, inclusive os critérios quantitativos C_3 e C_5 . Nessa adequação pode ter ocorrido uma variação dos valores favorecendo a alternativa A_1 em vez da A_2 (CHEN; HWANG, 1992; KAHRAMAN, 2008)

Na literatura, os pesquisadores são objetivos em dizer que os números nebulosos tratam melhor as variáveis qualitativas, incertezas e imprecisões inerentes ao processo de tomada de decisão (SIMIĆ *et al.*, 2017). Portanto, como os métodos SAW, TOPSIS e PROMETHEE são criticados por não tratarem adequadamente a imprecisão, após a aplicação dos métodos combinados com *fuzzy* foi possível lidar

com as dúvidas de julgamentos em questão. Outras explicações sobre a consistência dos resultados estão nas seções 5.2.4 e 5.3.4.

Sobre a complexidade, em geral, pode-se afirmar que os métodos individuais são menos complexos do que os combinados, ou até mesmo simples e fáceis como o SAW, mas nem por isso deixam de ser eficazes e úteis no que se propõem. Já os métodos *Fuzzy-MCDM*, como já afirmado, são comparativamente mais complexos. No entanto, devido ter ocorrido o compartilhamento de algumas etapas e determinadas equações conterem cálculos parecidos, para este problema analisado a complexidade foi menor.

Observa-se que o método *Fuzzy-TOPSIS* fica em uma posição intermediária no que se refere à complexidade, no qual é utilizável para a seleção de fornecedores no contexto em que foi aplicado; até porque esses métodos ocorrem mais na literatura empregados em cadeias de suprimentos (MARDANI; JUSOH; ZAVADSKAS, 2015).

Segundo Liu *et al.* (2019), as metodologias definidas como TOPSIS precisam de lógica *Fuzzy* para interpretar as informações de forma mais precisa. De acordo com Lima Junior e Carpinetti (2015), entre os métodos TOPSIS e *fuzzy-TOPSIS*, este último é melhor para ser aplicado em problemas que envolvam critérios qualitativos. Nesse sentido, o método *Fuzzy-TOPSIS* pôde compensar a alta incerteza que este modelo de tomada de decisão estabeleceu (KARSAK; DURSUN, 2016).

O método PROMETHEE II foi o que apresentou a maior complexidade computacional, o que se torna uma limitação importante quando a dimensão do problema é ampliada (KARSAK; DURSUN, 2016). Mesmo usando uma função de preferência simplificada para todos os critérios, a complexidade foi superior. É bom ressaltar que se decidiu por uma função de preferência mais simples por que da maneira original seria preciso maior compreensão das características inerentes ao método por parte do decisor, algo que não foi possível constituir durante a realização da pesquisa.

Em comparação à laboriosidade, os métodos *Fuzzy-MCDM* foram mais trabalhosos devido terem sido adotados métodos que conservaram a numeração *fuzzy* até o final do processo para preservar o julgamento sob incerteza (GUL *et al.*, 2018; ROSZKOWSKA; KACPRZAK, 2016), em vez de métodos onde os números

nebulosos são “defuzzificados” no início do processo (BAKI, 2017; BANAEIAN *et al.*, 2015b; KAHRAMAN; OZTAYSI, 2014; SAGAR; JAYASWAL; KUSHWAH, 2013).

Por fim, relembra-se que desde o início da modelagem para a definição do problema até a matriz de decisão e ponderações com os julgamentos linguísticos, todos os métodos compartilharam os mesmos dados. Outro fator comum dos métodos individuais e compostos é que não exigiram alto nível de interação do tomador de decisão.

5.5 Interpretação direta sobre os dados da pesquisa

Nesta seção é abordada uma discussão sobre algumas peculiaridades que os dados da pesquisa apresentaram acerca do fornecimento de açaí para bioindústria, no qual se apoia nos dados mostrados no [Apêndice D](#) e na aplicação da abordagem multicritério.

Primeiramente, pode-se ver que o critério Preço/custo, que se refere ao preço pago por saco de açaí de 50 Kg e mais o acréscimo do custo logístico, não foi o determinante para a escolha do melhor fornecedor, pois o de menor valor ficou posicionado no final das simulações, embora atendesse entregar em prazo razoável.

Nesse sentido, os dados indicam que a preferência foi o critério de Serviço/flexibilização, que se relaciona ao prazo de pagamento e políticas de reclamações do cliente, logo, os fornecedores que aceitaram flexibilizar o pagamento e se comprometeram em ouvir os clientes ficam sempre na frente em relação ao desempenho global.

Outra característica interessante é que o fornecedor A₄, com menor valor de Preço/Custo, também é o que tem maior distância de Manaus em relação aos fornecedores A₁ e A₂. Por outro lado, os fornecedores que se encontram em menor distância de Manaus, que são os A₁ e A₂, possuem os maiores valores de Preço/Custo. Isso pode ter ocorrido devido uma possível baixa experiência em vendas para compradores da capital do fornecedor A₄, em contrapartida, uma alta experiência em venda dos fornecedores mais próximos de Manaus, possuindo maior conhecimento na comercialização de açaí para fora dos limites de seu município.

A este respeito, não dá para negar que o Preço/Custo de R\$ 170,00 por saco é competitivo, desta forma, se houvesse apoio financeiro ao fornecedor A₄ ele teria oportunidade de oferecer condições de pagamentos mais compatíveis com os

interesses dos compradores, conseqüentemente, obter melhor desempenho no critério Serviço/Flexibilização. No entanto, preços mais baixos fazem com que o fornecedor A₄ corra o risco de não cobrir todos os custos da venda, também não é possível saber qual a demanda de venda esse fornecedor suportaria. Portanto, caso o negócio estivesse todo alinhado com o mercado, seu preço poderia ser elevado ou ajustado para não sofrer deterioração.

Somente o fornecedor A₃ declarou durante a pesquisa que possuía Selo ou certificado de qualidade, porém esta informação não interessou o tomador de decisão, onde observou que este fornecedor possivelmente se equivocou sobre tal informação, pois não era regulamentado, parâmetro este necessário para ser certificado. Outro fator importante era que mesmo se o fornecedor A₃ tivesse o selo ou certificado de qualidade, ele iria repassar seu custo no valor dos produtos, encarecendo as vendas. Por esses motivos que o fornecedor A₃ recebeu um desempenho mais baixo que os demais fornecedores que não tinham Selo ou certificado de qualidade.

Uma outra observação relevante é sobre o fornecedor A₂, que foi o único a possuir CNPJ e Alvará ativos, mas também foi o único que declarou o fator documentação como maior dificuldade para vender aos compradores de Manaus, pois estava pendente das documentações referentes às normas sanitárias. Este fato evidencia que a questão de normas e regulamentações ainda é uma barreira para o desenvolvimento da bioindústria amazonense.

Por último, é importante descrever o quão foi subjetivo e complexo estabelecer o julgamento do critério Qualidade para o modelo de seleção de fornecedores. Para os fornecedores de açaí que participaram da pesquisa, qualidade estava relacionado ao tempo de colheita e maturação do fruto. No entanto, para o tomador de decisão qualidade estava mais relacionado às características físico-químicas do açaí. Portanto, o ideal seria coletar uma amostra de cada fornecedor e fazer testes em laboratório, porém isso não foi possível ser aplicado nesta pesquisa, limitou-se apenas a um julgamento por percepção individual em relação as características informadas pelos fornecedores.

Dessa forma, entende-se que esta relação comercial entre os fornecedores e indústria precisa ser mais estudada, assim como expandir as pesquisas à outros produtos naturais da Amazônia com potenciais econômicos.

6 CONCLUSÕES

A seleção de fornecedores não é simples, não importa a área da indústria ou comércio, pois sempre irá considerar mais de um atributo para definir o fornecedor escolhido. E, quando se trata de um setor produtivo amazônico, no caso a bioindústria, os entraves podem exigir um esforço maior por parte do setor de compras do estabelecimento que planeja estabelecer uma cadeia de suprimentos competitiva.

Este estudo teve como objetivo propor um modelo de análise multicritério de apoio à tomada de decisão empenhado na seleção de fornecedores da bioindústria amazonense — em específico, do fruto de açaí. A partir da comparação de seis métodos MCDM, foram examinadas as vantagens e desvantagens de cada ferramenta multicritério ao único problema.

A modelagem da abordagem multicritério consistiu, primeiramente, na definição do problema, em que se buscou reunir dados necessários para identificar as características da empresa, fornecedores e produto, a fim de estruturá-lo. Em seguida, foi realizado um levantamento dos critérios na literatura relacionada ao tema abordado.

Após, qualificaram-se os fornecedores para a etapa final, visando separar os mais aptos para o modelo. Depois, escolheram-se os métodos MCDM que possibilitassem ser aplicados ao modelo. No final, foram realizadas as aplicações matemáticas inerentes a cada método e comparado seus resultados.

Constatou-se, através dos resultados, que os métodos adotados possuem qualidades necessárias para a seleção de fornecedores na bioindústria amazonense. De acordo com essa conformidade, nas metodologias individuais, a alternativa A_2 teve o melhor desempenho e, para as formas combinadas *fuzzy*, a alternativa A_1 deve ser selecionada. Ou seja, os fornecedores A_2 e A_1 , respectivamente.

Entre os métodos, o *Fuzzy-TOPSIS* é o que a literatura pertinente melhor recomenda para ser aplicado sobre problemas de natureza do estudo, devido à sua facilidade de aplicação, forma de calcular as alternativas e capacidade de tratar os dados sob incerteza (esse último motivo pelo suporte de inferência *fuzzy*). Nesta investigação, devido a essas singularidades e ter sido bem sucedido na aplicação,

propõe-se o método *Fuzzy-TOPSIS* como boa opção para ser empregado na seleção de fornecedores sob incerteza da bioindústria.

No que tange ao impacto acadêmico, este trabalho fez uma exploração científica em um campo acadêmico pouco pesquisado na questão regional, retornando resultados que enriquecerão essa área. Ao menos, não foi encontrado, na literatura, trabalhos acadêmicos que aplicassem abordagem multicritérios na bioindústria para fornecimentos de produtos naturais amazônicos.

O impacto econômico está relacionado à natureza do objeto de pesquisa. Como trata-se de dados reais para a elaboração de um modelo à seleção de fornecedores, ele contribui para o conhecimento desse setor que tem forte potencial para desenvolver economicamente a região.

Em relação ao impacto social, este trabalho proporciona uma proximidade das pesquisas universitárias empenhadas em prol da sociedade, que aqui neste trabalho é representada pela bioindústria amazonense e os fornecedores do interior do estado do Amazonas.

Como parte de sugestões de pesquisas futuras, recomenda-se fazer pesquisa semelhante com outros produtos naturais amazônicos de valor estimado para a bioindústria como, por exemplo, cupuaçu, guaraná, camu-camu etc. Outra recomendação é utilizar métodos mais sofisticados para determinar os critérios do modelo junto ao decisor e fazer um levantamento mais amplo dos fornecedores para enriquecer as informações disponíveis sobre esse grupo de produtores regionais, pois são poucos os dados na literatura.

Uma das limitações do estudo foi o tipo de amostragem utilizada para a coleta de dados dos fornecedores (não-probabilística por conveniência), que não é adequada para generalizar populações. Outra limitação é que todos os fornecedores que participaram da pesquisa nunca tiveram contato com o comprador da bioindústria do estudo, caso este que ocasionou a recusa do decisor da empresa de realizar o julgamento da matriz de decisão. Este fato pode ter gerado um viés, já que houve a necessidade de o pesquisador completar o julgamento com base nas informações disponíveis.

Por fim, a importância deste estudo baseia-se na necessidade de desenvolver a bioindústria do Amazonas, melhorando um elo da cadeia de suprimentos regional do açaí. Por consequência, o fortalecimento deste setor também pode ajudar a preservar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Prince; SAHAI, Manjari; MISHRA, Vaibhav; *et al.* A review of multi-criteria decision making techniques for supplier evaluation and selection. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, v. 2, n. 4, p. 801–810, 2011. Disponível em: <http://www.growing-science.com/ijiec/Vol2/IJIEC_2011_31.pdf>. Acesso em: 8 maio 2019.
- AGUEZZOUL, Aicha. Third-party logistics selection problem: A literature review on criteria and methods. **Omega (United Kingdom)**, v. 49, p. 69–78, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2014.05.009>>. Acesso em: 6 mar. 2019.
- ALOISE, Pedro Gilberto; MACKE, Janaina. Eco-innovations in developing countries: The case of Manaus Free Trade Zone (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 30–38, 2017. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652617319534>>. Acesso em: 22 fev. 2019.
- ANDRADE, E. L. DE. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- ANDRADE, K. M. P. DE. **Bioeconomia: um estudo das vocações, fragilidades e possibilidades para o desenvolvimento no estado do Amazonas**. 2017. 185 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017. Disponível em: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Acesso em: 28 abr. 2019.
- ARAÚJO-FILHO, Guajarino. Iniciativas em Bionegócios e o Programa Pape-Subvenção no Estado do Amazonas. **Revista T&C Amazônia**, n. 19, p. 5–13, 2010. Disponível em: <http://issuu.com/revistatec/docs/revista_tec_19>. Acesso em: 28 abr. 2019.
- ARULDOSS, Martin; LAKSHMI, Miranda; VENKATESAN, Prasanna. A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications. **American Journal of Information Systems**, v. 1, n. 1, p. 31–43, 2013. Disponível em: <<http://pubs.sciepub.com/ajis/1/1/5/>>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- ASTOLFI FILHO, S. Um programa estratégico para o desenvolvimento da bioindústria na Amazônia: Probem / Amazônia. In: SEMINÁRIO ESPECIAL: A BIODIVERSIDADE COMO ESTRATÉGIA MODERNA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Anais...** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/10D00479.pdf>. Acesso em: 16 maio 2019.
- ASTOLFI FILHO, Spartaco; NUVES-SILVA, Carlos Gustavo; BIGI, Maria de Fátima Mendes Acário. Bioprospecção e biotecnologia Spartaco. **Parcerias Estratégica**, v. 19, n. 38, p. 45–80, 2014. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/732/672>.

Acesso em: 1 jan. 2019.

BAKI, Rahmi. For Supplier Evaluation Process through Fuzzy PROMETHEE Method. **International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing**, v. 5, n. 3, p. 183–186, 2017. Disponível em: <<http://www.ijmmm.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=51&id=384>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

BALZON, Dalvo Ramires; DA SILVA, João Carlos Garzel Leodoro; DOS SANTOS, Anadalvo Juazeiro. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS - ANÁLISE RETROSPECTIVA. **FLORESTA**, v. 34, n. 3, p. 363–371, 2004. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2422>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

BANAEIAN, N. *et al.* A Methodology for Green Supplier Selection in Food Industries. In: Golin´ska, P; Kawa, A. Technology Management for Sustainable Production and Logistics. Springer, 2015, p. 3-23. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-33935-6_1>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BANAEIAN, N. *et al.* Criteria definition and approaches in green supplier selection – a case study for raw material and packaging of food industry. **Production & Manufacturing Research**, v. 3, n. 1, p. 1–20, 2015b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/21693277.2015.1016632>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

BANAEIAN, Narges; MOBLI, Hossein; FAHIMNIA, Behnam; *et al.* Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. **Computers & Operations Research**, v. 89, p. 337–347, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.02.015>>. Acesso em: 9 maio 2020.

BANKER, Rajiv D; KHOSLA, Inder S. Economics of operations management: A research perspective. **Journal of Operations Management**, v. 12, n. 3–4, p. 423–435, 1995. Disponível em: <[http://doi.wiley.com/10.1016/0272-6963\(95\)00022-K](http://doi.wiley.com/10.1016/0272-6963(95)00022-K)>. Acesso em: 29 abr. 2019.

BARBOSA, Edilson Pinto; BICHARA, Julimar da Silva. Bioindústria , inovação e desenvolvimento : uma análise para o Estado do Amazonas. **RECED - Revista Eletrônica Ciência e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 12–32, 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/ciencia_e_desenvolvimento/article/view/932>. Acesso em: 11 mar. 2019.

BARBOSA, Francisco. A moderna biotecnologia e o desenvolvimento da Amazônia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 2, p. 43–79, 2000. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8869>>. Acesso em: 1 jan. 2019.

BARROS, Flávio. Sociabilidade, cultura e biodiversidade na Beira de Abaetetuba no Pará. **Ciências Sociais Unisinos**, v. 45, n. 2, p. 152–161, 2009. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/ciencias_sociais/article/view/4895/2150>. Acesso em: 6 abr. 2019.

BECHTEL, Christian; JAYARAM, Jayanth. Supply Chain Management: A Strategic

Perspective. **The International Journal of Logistics Management**, v. 8, n. 1, p. 15–34, 1997. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09574099710805565>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BEIL, Damian R. Supplier Selection. *In: Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2011. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/9780470400531.eorms0852>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BELCHER, Brian.; SCHRECKENBERG, Kathrin. Commercialisation of Non-timber Forest Products: A Reality Check. **Development Policy Review**, v. 25, n. 3, p. 355–377, 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-7679.2007.00374.x>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

BHUTTA, M Khurram S. Supplier selection problem: methodology literature review. **Journal of International Information Management**, v. 12, n. 2, p. 5, 2003. Disponível em: <<https://scholarworks.lib.csusb.edu/jiim/vol12/iss2/5>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

BORGES DE ARAÚJO, Maria Creuza; HAZIN ALENCAR, Luciana; COELHO VIANA, Joana. Structuring a model for supplier selection. **Management Research Review**, v. 38, n. 11, p. 1213–1232, 2015. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MRR-04-2014-0076/full/html>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

BRUNELLI, Matteo; MEZEI, József. How different are ranking methods for fuzzy numbers? A numerical study. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 54, n. 5, p. 627–639, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijar.2013.01.009>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

BURGESS, Kevin; SINGH, Prakash J; KOROGLU, Rana. Supply chain management: a structured literature review and implications for future research. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 7, p. 703–729, 2006. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443570610672202>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

CALACHE, L. D. D. R. **Comparação de técnicas fuzzy para a decisão em grupo aplicadas à seleção de fornecedores**. 2018. 141 f. Mestrado em Engenharia de Produção. Instituição de ensino: Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-27082018-100450/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

CAMPBELL, Alexandra. Buyer-supplier partnerships: flip sides of the same coin? **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 12, n. 6, p. 417–434, 1997. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/08858629710190295>>. Acesso em: 10 maio 2019.

ÇEBI, Ferhan; BAYRAKTAR, Demet. An integrated approach for supplier selection. **Logistics Information Management**, v. 16, n. 6, p. 395–400, 2003. Disponível em:

<<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09576050310503376>>. Acesso em: 6 maio 2019.

CEDRIM, Paula Cavalcante Amélio Silva; BARROS, Elenita Marinho Albuquerque; NASCIMENTO, Ticiano Gomes do. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232018000100306&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 18 fev. 2020.

CHAI, Junyi; LIU, James N.K.; NGAI, Eric W.T. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 10, p. 3872–3885, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.040>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

CHAI, Junyi; NGAI, Eric W.T. Decision-making techniques in supplier selection: Recent accomplishments and what lies ahead. **Expert Systems with Applications**, v. 140, p. 112903, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112903>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

CHAMODRAKAS, I.; BATIS, D.; MARTAKOS, D. Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 1, p. 490–498, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2009.05.043>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

CHEN, Injazz J.; PAULRAJ, Antony. Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 2, p. 119–150, 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1016/j.jom.2003.12.007>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

CHEN, Shu-Jen; HWANG, Ching-Lai. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods. **Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**, v. 375, p. 289–486, 1992. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-46768-4_5>. Acesso em: 22 jan. 2020.

CHEN, Y.-J. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. **Information Sciences**, v. 181, n. 9, p. 1651–1670, maio 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2010.07.026>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

CHOON TAN, Keah; LYMAN, Steven B.; WISNER, Joel D. Supply chain management: a strategic perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 6, p. 614–631, 2002. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/01443570210427659>>. Acesso em: 3 mar. 2019.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: strategy, Planning, and Operation**. 5th. ed. New Jersey: Pearson Education, 2013.

CHRISTOPHER, Martin; HOLWEG, Matthias. “Supply Chain 2.0”: managing supply chains in the era of turbulence. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 1, p. 63–82, 2011. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/09600031111101439>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

CROOM, Simon; ROMANO, Pietro; GIANNAKIS, Mihalis. Supply chain management: an analytical framework for critical literature review. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 6, n. 1, p. 67–83, 2000. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701299000301>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

CVETA, M.; NATASHA, M.; ZORAN, G. A Fuzzy-Based Approach to Selecting Successful Contractor for Public Procurement. INTERNACIONAL CONFERENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2., 2010, Ploiesti. **Anais...Ploiesti**: University of Ploiesti, 2010. Disponível em: <<http://eprints.ugd.edu.mk/7094/1/FuzzyDM.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020

DE BOER, Luitzen; LABRO, Eva; MORLACCHI, Pierangela. A review of methods supporting supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 2, p. 75–89, 2001. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701200000289>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

DE BOER, Luitzen; VAN DER WEGEN, Leo; TELGEN, Jan. Outranking methods in support of supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 4, n. 2–3, p. 109–118, 1998. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701297000348>>. Acesso em: 8 maio 2019.

DIAS, E. M. P. da S. **Modelo de apoio à decisão multicritério para selecção de fornecedores de azeite**. 2015. 66 f. Mestrado de Métodos Quantitativos em Economia e Gestão. Instituição de ensino: Universidade do Porto, Cidade do Porto. Disponível em: https://sigarra.up.pt/fep/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=33344. Acesso em: 19 mar. 2019.

DIBA, Souleymane; XIE, Naiming. Sustainable supplier selection for Satrec Vitalait Milk Company in Senegal using the novel grey relational analysis method. **Grey Systems: Theory and Application**, v. 9, n. 3, p. 262–294, 2019. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/GS-01-2019-0003/full/html>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

DICKSON, Gary W. An Analysis Of Vendor Selection Systems And Decisions. **Journal of Purchasing**, v. 2, n. 1, p. 5–17, 1966. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-493X.1966.tb00818.x>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

DINIZ, Marcelo Bentes; DINIZ, Márcia Jucá Teixeira. Exploração dos recursos da biodiversidade da Amazônia Legal: uma avaliação com base na abordagem do Sistema Nacional/Regional de Inovação. **Redes**, v. 23, n. 2, p. 210, 2018. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/6867>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

DOS SANTOS, Anadalvo J.; HILDEBRAND, Elisabeth; PACHECO, Carlos H. P.; *et al.* PRODUTOS NÃO MADEIREIROS: CONCEITUAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO, VALORAÇÃO E MERCADOS. **FLORESTA**, v. 33, n. 2, p. 215–224, 2003. Disponível

em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2275>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

ELLRAM, Lisa M. The supplier selection decision in strategic partnerships. **Journal of Purchasing & Materials Management**, v. 24, n. 4, p. 8–15, 1990. Disponível em: <<http://www-wiley.ez2.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

ELLRAM, Lisa M.; COOPER, Martha C. Supply Chain Management: It's All About the Journey, Not the Destination. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n. 1, p. 8–20, 2014. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jscm.12043>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ENRÍQUEZ, G. E. V. **Desafios da sustentabilidade da amazônia**: biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas. DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE DA AMAZÔNIA: Biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas. 01/06/2008 460 f. Doutorado em DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA Biblioteca Depositária: Biblioteca da UnB. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/6730/1/2008_GonzaloEnriqueVasquezEnriquez.pdf?origin=publication_detail. Acesso em: 19 fev. 2019.

FAO. **Sobre produtos florestais não madeireiros**. Italy, 17 jan. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/forestry/nwfp/6388/en/>. Acesso em: 16 maio 2019.

FORGHANI, Athena; SADJADI, Seyed Jafar; FARHANG MOGHADAM, Babak. A supplier selection model in pharmaceutical supply chain using PCA, Z-TOPSIS and MILP: A case study. **PLOS ONE**, v. 13, n. 8, p. e0201604, 2018. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0201604>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

FREDENDALL, Lawrence; HILL, Ed. **Basics of Supply Chain Management**. Boca Raton: CRC Press, 2016. (Resource Management). Disponível em: <<https://www.taylorfrancis.com/books/9781420025767>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

FREJ, E. A. **Modelo multicritério para seleção de fornecedores e análise da problemática de ordenação com FITradeoff**. 20/02/2017 58 f. Mestrado em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Recife Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popUp=true&id_trabalho=5009458#. Acesso em: 12 mar. 2019.

FURTADO, G. A. P. **Critérios de seleção de fornecedores para relacionamentos de parceria: um estudo em empresas de grande porte**. 2005. 131 f. Mestrado em Administração. Instituição de ensino: Universidade de São Paulo, São Paulo, Biblioteca depositório: FEA USP. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-22022006-124>. Acesso em: 13 mar. 2019.

GHODSYPOUR, S.H.; O'BRIEN, C. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. **International Journal of Production Economics**, v. 56–57, p. 199–212, 1998. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527397000091>>. Acesso em:

22 fev. 2019.

GOLI, A; AHMADI, S A; AZADANI, M Nasr; *et al.* Providing a structured approach for evaluating and selecting suppliers in a supply chain. **UCT Journal of Research in Science Engineering and Technology**, v. 2, n. 1, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316571741_Providing_a_structured_methodology_for_supplier_selection_and_evaluation_for_strategic_outsourcing>. Acesso em: 7 maio 2019.

GOMES, A. N. **O novo consumidor de produtos naturais: Consumindo conceitos muito mais do que produtos** Central Cases, 2009. Disponível em: <https://thelaugusto.files.wordpress.com/2015/09/art-5-o-novo-consumidor-de-produtos-naturais.pdf>. Acesso em: 16 maio 2019

GONÇALO, T. E. E.; ALENCAR, L. H. DE. Seleção de fornecedores para um estaleiro brasileiro utilizando a metodologia electre iii. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 13., 2010, Local. **Anais**. Local: Ubatuba, SP, 2011. Disponível em: www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2011/pdf/87909.pdf. Acesso em: 16 maio 2019.

GUARNIERI, Patricia. Síntese dos Principais Critérios, Métodos e Subproblemas da Seleção de Fornecedores Multicritério. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, n. 1, p. 1–25, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552015000100003&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 14 fev. 2019.

GUL, Muhammet; CELIK, Erkan; GUMUS, Alev Taskin; *et al.* A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 68–79, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.07.002>>. Acesso em: 29 jan. 2020.

HADLEY, S. Making the supply chain: management business case: management accountants are an integral part of this process. **Strategic Finance**, v. 84, n. 10, p. 28–34, 2004.

HAMDI, Faiza; GHORBEL, Ahmed; MASMOUDI, Faouzi; *et al.* Optimization of a supply portfolio in the context of supply chain risk management: literature review. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 29, n. 4, p. 763–788, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10845-015-1128-3>>. Acesso em: 7 maio 2019.

HERCULANO, F. E. B. **Produção industrial de cosméticos: o protagonismo da biodiversidade vegetal da Amazônia**. 2013. 146 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013. Disponível em: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3087>. Acesso em: 26 jan. 2019.

HO, William; XU, Xiaowei; DEY, Prasanta K. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 202, n. 1, p. 16–24, 2010. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221709003403>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama; NOGUEIRA, Oscar Lameira; MENEZES, Antonio

José Elias Amorim de; *et al.* AÇAÍ: NOVOS DESAFIOS E TENDÊNCIAS. **Amazônia: Ci & Desenv.**, v. 1, n. 2, p. 7–23, 2006. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/578153>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 167–186, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100012&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 25 jan. 2010.

HOMMA, A.K.O. Horticultura tropical da amazônia: oportunidades e desafios. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 61., 2015, Manaus. **Anais...** Manaus: ISTH, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1029873/1/Horticultura.pdf>. Acesso em: 16 maio 2019.

HONG, Zhen; LEE, C.K.M.; ZHANG, Linda. Procurement risk management under uncertainty: a review. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 7, p. 1547–1574, 2018. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IMDS-10-2017-0469>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. [S. l.]. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/15f538e9095614fc3204f828b22fa714.pdf. Acesso em: 16 maio 2019.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2017** IBGE. [S. l.] 2018b. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/1beb41fdd1c71fbcaaac6e15dc743a85.pdf. Acesso em: 4 mar. 2019

IŞIK, Ayşegül Tuş; ADALI, Esra Aytaç. The Decision-Making Approach Based on the Combination of Entropy and Rov Methods for the Apple Selection Problem. **European Journal of Interdisciplinary Studies**, v. 8, n. 1, p. 81, 2017. Disponível em: <<http://journals.euser.org/index.php/ejis/article/view/2032>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

JING, Song L. Supplier selection ranking using MCDM approach in the textile industries. **International Journal of Applied Optimization Studies**, v. 1, n. 1, p. 25–38, 2018. Disponível em: <www.ijaos.com>. Acesso em: 5 maio 2019.

JOLY, Carlos A.; HADDAD, Célio F. B.; VERDADE, Luciano M.; *et al.* Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, v. 0, n. 89, p. 114, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13873>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

JUDICE, Valéria Maria Martins; BAËTA, Adelaide Maria Coelho. Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de venture capital em empresas de biotecnologia no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 9, n. 1, p. 171–191, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552005000100009>

&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 24 abr. 2019.

JUNG, Carlos Fernando. Elaboração de projetos de pesquisa aplicados a engenharia de produção. **Taquara: FACCAT**, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/244527896/Elaboracao-de-Projetos-de-Pesquisa-Aplicados-a-Engenharia-de-Producao-II-Jung-pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

KAHRAMAN, Cengiz. **Fuzzy Multi-Criteria Decision Making**. Boston, MA: Springer US, 2008. (Springer Optimization and Its Applications). Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-76813-7>>. Acesso em: 8 maio 2019.

KAHRAMAN, C.; OZTAYSI, B. **Supply Chain Management Under Fuzziness**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014.

KANE, Darilyn. A Global View of Supply Chain Management. **University of Auckland Business Review**, v. 10, n. 2, p. 31–35, 2008. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=34992631&site=ehost-live>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

KANNAN, Vijay R; TAN, Keah Choon. Supplier Selection and Assessment: Their Impact on Business Performance. **The Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 4, p. 11–21, 2002. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-493X.2002.tb00139.x>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

KARSAK, E. Ertugrul; DURSUN, Mehtap. Taxonomy and review of non-deterministic analytical methods for supplier selection. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 29, n. 3, p. 263–286, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0951192X.2014.1003410>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

KHA, Tuyen C.; NGUYEN, Minh H.; ROACH, Paul D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 3, p. 385–392, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.016>>. Acesso em: 30 jan. 2020.

KIM, D.Y.a; WAGNER, S.M.b. Supplier selection problem revisited from the perspective of product configuration. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 11, p. 2864–2876, 2012. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84862657984&partnerID=40&md5=e543c42e4d223c57c31783bb1f914f29>>. Acesso em: 3 maio 2019.

KOUFTEROS, Xenophon; VICKERY, Shawnee K.; DRÖGE, Cornelia. The Effects of Strategic Supplier Selection on Buyer Competitive Performance in Matched Domains: Does Supplier Integration Mediate the Relationships? **Journal of Supply Chain Management**, v. 48, n. 2, p. 93–115, 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-493X.2012.03263.x>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

KRISHANKUMAR, R.; KS, Ravichandran; SAEID, A. B. A new extension to PROMETHEE under intuitionistic fuzzy environment for solving supplier selection problem with linguistic preferences. **Applied Soft Computing Journal**, v. 60, p. 564–576, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2017.07.028>>.

Acesso em: 20 jan. 2020.

LAMBERT, Douglas M; COOPER, Martha C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 65–83, 2000. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019850199001133>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

LASMAR, D. J. **Valoração da Biodiversidade: capacitação e inovação tecnológica na fitoindústria do Amazonas**. 01/05/2005 228 f. Doutorado em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO Biblioteca Depositária: CENTRAL - CT - UFRJ.

LI, Lei; ZABINSKY, Zeldia B. Incorporating uncertainty into a supplier selection problem. **International Journal of Production Economics**, v. 134, n. 2, p. 344–356, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.007>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Metodo Multicriterio Para Selecao De Fornecedores - Panorama Do Estado Da Arte. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 781801, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/2013nahead/aop_1191.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2019.

LIMA JUNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy-TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 17–34, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2015000100017&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 14 jan. 2019.

LIMA-JUNIOR, Francisco Rodrigues; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. A multicriteria approach based on fuzzy QFD for choosing criteria for supplier selection. **Computers & Industrial Engineering**, v. 101, p. 269–285, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.09.014>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

LIMA, S. P. M. DE. **Cadeia produtiva dos biocosméticos no Amazonas: da terra ao laboratório, do laboratório à indústria e destes ao mercado**. 2011. 198 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4001>. Acesso em: 14 jan. 2019.

LIU, Aijun; XIAO, Yaxuan; JI, Xiaohui; *et al.* A Novel Two-Stage Integrated Model for Supplier Selection of Green Fresh Product. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2371, 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2371>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

LIU, Yan; ECKERT, Claudia; YANNOU-LE BRIS, Gwenola; *et al.* A fuzzy decision tool to evaluate the sustainable performance of suppliers in an agrifood value chain. **Computers and Industrial Engineering**, v. 127, n. December 2018, p. 196–212, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.022>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

LOPES, A.M.; CARNEIRO, M. **Impactos da Biotecnologia e da Bioeconomia**. São Paulo, 7 jul. 2005. Disponível em: http://www.waiser.com.br/view_artigo.asp?id=35. Acesso em: 23 abr. 2019.

MACCARTHY, Bart L.; BLOME, Constantin; OLHAGER, Jan; *et al.* Supply chain evolution – theory, concepts and science. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 12, p. 1696–1718, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJOPM-02-2016-0080>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

MAFRA, R. Z.; LASMAR, D. J.; VILELA JUNIOR, D. C. Classificação da Bioindústria Amazonense. In: MAFRA, R. Z.; MEDEIROS, R. L. (ed.). **Estudos da Bioindústria Amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**. Manaus: EDUA, 2017. p. 187.

MAITY, Saikat Ranjan; CHAKRABORTY, Shankar. Tool steel material selection using PROMETHEE II method. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 78, n. 9–12, p. 1537–1547, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00170-014-6760-0>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MARDANI, Abbas; JUSOH, Ahmad; NOR, Khalil M.D.; *et al.* Multiple criteria decision-making techniques and their applications - A review of the literature from 2000 to 2014. **Economic Research-Ekonomiska Istrazivanja**, v. 28, n. 1, p. 516–571, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

MARDANI, Abbas; JUSOH, Ahmad; ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – Two decades review from 1994 to 2014. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 8, p. 4126–4148, 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957417415000081>>. Acesso em: 1 jan. 2019.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; GOMES, Eliane Gonçalves; LETA, Fabiana Rodrigues; *et al.* Conceitos Básicos Do Apoio Multicritério À Decisão E Sua Aplicação No Projeto. **Engevista**, v. 5, n. 8, p. 22–35, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26513823_Conceitos_Basicos_do_Apoio_Multicriterio_a_Decisao_e_sua_Aplicacao_no_Projeto_Aerodesign>. Acesso em: 8 maio 2019.

MELO, André Cristiano Silva; MOREIRA, Bruna Brandão; ALENCAR, Evander Dayan de Mattos. ANÁLISE DE DESEMPENHO LOGÍSTICO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS ORIUNDOS DA REGIÃO AMAZÔNICA. **Revista Traços**, v. 12, n. 26, p. 27–37, 2010. Disponível em: <<http://revistas.unama.br/index.php/revistatracos/article/view/522>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MENTZER, John T.; DEWITT, William; KEEBLER, James S.; *et al.* DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

MIGUEL, L. M. **Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos.** 2007. 171 f. Mestrado em Geografia Humana. Instituição de Ensino: Universidade de São Paulo. São Paulo, 19 dez. 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-13052008-154603/>. Acesso em: 7 abr. 2019.

MIGUEL, P. A. C. *et al.* **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações.** Elsevier, 2012.

MMA. **Amazônia.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/amazonia>. Acesso em: 7 abr. 2019. Acesso em: 16 maio 2019.

MMA. **Meio ambiente.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>> Acesso em: 8 abr. 2019.

MOHAMMED, A.; HARRIS, I.; GOVINDAN, K. A hybrid MCDM-FMOO approach for sustainable supplier selection and order allocation. **International Journal of Production Economics**, v. 217, n. May 2017, p. 171–184, nov. 2019.

MORAES, R. DE P. G. **A cadeia de valor de bioprodutos do Amazonas: a contribuição do estudo de tecnologias de processo.** 2018. 143 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

NEKOOIE, M. A.; SHEIKHALISHAHI, M.; HOSNAVI, R. Supplier selection considering strategic and operational risks: a combined qualitative and quantitative approach. **Production Engineering**, v. 9, n. 5–6, p. 665–673, 5 dez. 2015.

NEVES, G. R. **Análise comparativa de métodos multicritérios de apoio à decisão na ordenação de softwares simuladores de tráfego.** [s.l.] Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2018.

O' TOOLE, T.; DONALDSON, B. Relationship Governance Structures and Performance. **Journal of Marketing Management**, v. 16, n. 4, p. 327–341, abr. 2000.

PHISUT, N. Spray drying technique of fruit juice powder: some factors influencing the properties of product. **Food, International**, v. 19, n. 4, p. 1297–1306, 2012.

PHOCHANIKORN, P.; TAN, C. 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, 28 mar. 2019.

PIATAM. **Amazonas 2073+, o futuro, presente!**Manaus, AM Instituto Piatam, , 2018. Disponível em: https://www.institutopiatam.org.br/downloads/ProjetoAM_20112018.pdf. Acesso em: 16 maio de 2019.

PRAJOGO, D.; OLHAGER, J. Supply chain integration and performance: The effects

of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 514–522, 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: FeeVale, 2013. Disponível em: <https://books.google.com/books?id=zUDsAQAAQBAJ&pgis=1>. Acesso em: 16 maio de 2019.

QUEIRÓZ, L. A.; MAFRA, R. Z. A comercialização dos produtos naturais da biodiversidade amazônica: características da oferta no comércio varejista em Manaus. In: **Estudos da Bioindústria Amazonenses: sustentabilidade, mercado e tecnologia**. Manaus: EDUA, 2017. p. 93-112.

RAJESH, R.; RAVI, V. Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. **Journal of Cleaner Production**, 2015.

REZAEI, J. *et al.* A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 577–588, 1 nov. 2016.

ROMUALDO, G. R. *et al.* Protective effects of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. **Food Research International**, v. 77, p. 432–440, 2015.

ROSZKOWSKA, E.; KACPRZAK, D. The fuzzy saw and fuzzy TOPSIS procedures based on ordered fuzzy numbers. **Information Sciences**, v. 369, p. 564–584, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020025516305254>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SAATY, T.L.; OZDEMIR, M.S. Why the magic number seven plus or minus two. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 38, n. 3–4, p. 233–244, 2003. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0895717703900835>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SAGAR, Manish Kumar; JAYASWAL, Pratesh; KUSHWAH, Kamlesh. Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment. **International Journal of Current Engineering and Technology**, v. 3, n. 2008, p. 600–605, 2013. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/f08c/c07e4dc530764ea5bc99cde7e2d7ac9fc728.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SAMPAIO, D. P. DESINDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO. In: MONTEIRO NETO, A.; CASTRO, C. N.; BRANDÃO, C. A. (ed.). **Desenvolvimento Regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.

SAN CRISTÓBAL MATEO, José Ramón. **Multi Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry**. London: Springer London, 2012. (Green Energy and Technology). Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-2346-0>>. Acesso em: 3 fev. 2020.

SARKIS, Joseph; TALLURI, Srinivas. A Model for Strategic Supplier Selection. **The Journal of Supply Chain Management**, v. 38, n. 1, p. 18–28, 2002. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-493X.2002.tb00117.x>>. Acesso em: 5 maio 2019.

SEGURA, Marina; MAROTO, Concepción. A multiple criteria supplier segmentation using outranking and value function methods. **Expert Systems with Applications**, v. 69, p. 87–100, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2016.10.031>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

SENA, O. T.; VILELA JUNIOR, D. C. Políticas e ações de apoio à biotecnologia no Amazonas. In: ARAPUJO FILHO, G. *et al.* (ed.). **Biotecnologia e (Bio)Negócios no Amazonas**. Manaus: EDUA, 2015.

SHI, Hua; QUAN, Mei-yun; LIU, Hu-chen; *et al.* A Novel Integrated Approach for Green Supplier Selection with Interval-Valued Intuitionistic Uncertain Linguistic Information: A Case Study in the Agri-Food Industry. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 733, 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/733>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

SILVA, K. B. DA; MAFRA, R. Z. A biotecnologia no Amazonas: análises dos entraves ao desenvolvimento da bioindústria à luz da teoria institucionalista. In: MAFRA, R. Z.; MEDEIROS, R. L. (ed.). **Estudos da Bioindústria Amazonense: sustentabilidade, mercado e tecnologia**. Manaus: EDUA, 2017. p. 53–72.

SIMIĆ, Dragan; KOVAČEVIĆ, Ilija; SVIRČEVIĆ, Vasa; *et al.* 50 years of fuzzy set theory and models for supplier assessment and selection: A literature review. **Journal of Applied Logic**, v. 24, p. 85–96, 2017. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1570868316300702>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations Management**. 6 th ed. London: Pearson Education, 2010.

SONMEZ, M. Review and critique of supplier selection process and practices. **Loughborough; Business School, Loughborough**, v. 1, p. 3–34, 2006.

SOUZA, A. L. C.; SAMPAIO, P. DE T. B.; MIRANDA, I. P. DE A. O Buriti (*Mauritia flexuosa*, L.F) e as potencialidades econômicas na comunidade Santo Antonio do Abonari. In: MAFRA, R. Z.; OLIVEIRA-JUNIOR, M. C. DE; SOUZA, A. O. (ed.). **Gestão da Biotecnologia na Amazônia**. Manaus: EDUA, 2015.

SQUIRE, Brian; COUSINS, Paul D.; LAWSON, Benn; *et al.* The effect of supplier manufacturing capabilities on buyer responsiveness. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 8, p. 766–788, 2009. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570910977689/full/html>>. Acesso em: 8 maio 2019.

STEVENS, Graham C. Integrating the Supply Chain. **International Journal of Physical Distribution & Materials Management**, v. 19, n. 8, p. 3–8, 1989. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/EUM00000000000329>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

STEVENS, Graham C.; JOHNSON, Mark. Integrating the Supply Chain ... 25 years on. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 46, n. 1, p. 19–42, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJPDLM-07-2015-0175>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Perfil das empresas com projetos aprovados pela Suframa**. Manaus, 2017. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/zfm_ind_perfil.cfm. Acesso em: 1 jan. 2018.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Projeto potencialidades regionais, estudo de viabilidade econômica: açaí**. Manaus, 2003. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/acai.pdf. Acesso em 1 jan. 2018.

TAHRIRI, Farzad; OSMAN, Mohammad Rasid Rasid; ALI, Aidy; *et al.* A Review of Supplier Selection Methods in Manufacturing Industries. **Suranaree Journal of Science and Technology**, v. 15, n. 3, p. 201–208, 2008. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/242282372>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

TALAMINI, E.; PEDROZO, E. A.; SILVA, A. L. DA. Gestão da cadeia de suprimentos e a segurança do alimento: uma pesquisa exploratória na cadeia exportadora de carne suína. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, p. 107–120, abr. 2005.

TARIGHI, M.; MOTAMEDI, S. A.; ARIANYAN, E. Performance improvement of virtualized cluster computing system using TOPSIS algorithm. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS AND INDUSTRIAL ENGINEERING: SOFT COMPUTING TECHNIQUES FOR ADVANCED MANUFACTURING AND SERVICE SYSTEMS, CIE40 2010, 40., 2010, Awaji Island, Japan. **Anais...** Local: IEEE, 2010

TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R.; SOTOUDEH-ANVARI, A.; SIADAT, A. **A multi-criteria group decision-making approach for facility location selection using PROMETHEE under a fuzzy environment**. In: LECTURE NOTES IN BUSINESS INFORMATION PROCESSING. Springer, 2015.

THORNTON, Ladonna M.; AUTRY, Chad W.; GLIGOR, David M.; *et al.* Does Socially Responsible Supplier Selection Pay Off for Customer Firms? A Cross-Cultural Comparison. **Journal of Supply Chain Management**, v. 49, n. 3, p. 66–89, 2013. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jscm.12014>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

TIAN, Zhang-Peng; ZHANG, Hong-Yu; WANG, Jian-Qiang; *et al.* Green Supplier Selection Using Improved TOPSIS and Best-Worst Method Under Intuitionistic Fuzzy Environment. **Informatica**, v. 29, n. 4, p. 773–800, 2018. Disponível em: <<https://informatica.vu.lt/doi/10.15388/Informatica.2018.192>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

VELASQUEZ, Mark; HESTER, Patrick T. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. **International Journal of Operations Research**, v. 10, n. 2, p. 56–66, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275960103>. Acesso em: 29 mar. 2019.

VERMA, Rohit; PULLMAN, Madeleine E. An analysis of the supplier selection process. **Omega**, v. 26, n. 6, p. 739–750, 1998. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305048398000231>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

VIANA, Joana Coelho; ALENCAR, Luciana Hazin. Metodologias para seleção de fornecedores : uma revisão da literatura. **Production**, v. 22, n. 4, p. 625–636, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop_0001_0294.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

WANG, C. *et al.* Sustainable supplier selection process in edible oil production by a hybrid fuzzy analytical hierarchy process and green data envelopment analysis for the smes food processing industry. **Mathematics**, v. 6, n. 12, p. 302, 4 dez. 2018a.

WANG, Chia-Nan; NGUYEN, Van Thanh; DUONG, Duy Hung; *et al.* A Hybrid Fuzzy Analytic Network Process (FANP) and Data Envelopment Analysis (DEA) Approach for Supplier Evaluation and Selection in the Rice Supply Chain. **Symmetry**, v. 10, n. 6, p. 221, 2018b. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-8994/10/6/221>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

WANG, P.; ZHU, Z.; WANG, Y. A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA methods based on experimental design. **Information Sciences**, v. 345, p. 27–45, 2016.

WANG, Y.-J. A fuzzy multi-criteria decision-making model based on simple additive weighting method and relative preference relation. **Applied Soft Computing**, v. 30, p. 412–420, maio 2015.

WARE, N. R.; SINGH, S. P.; BANWET, D. K. Supplier selection problem: a state-of-the-art review. **Management Science Letters**, v. 2, n. 5, p. 1465–1490, 1 jul. 2012.

WATERS, D.; RINSLER, S. **Global Logistics: new directions in supply chain management**. 6 th ed. London, Philadelphia, New Delhi: Kogan Page Publishers, 2014.

WEBER, C. A.; CURRENT, J. R.; BENTON, W. C. Vendor selection criteria and methods. **European Journal of Operational Research**, v. 50, n. 1, p. 2–18, jan. 1991.

WEF. **The Fourth Singularity and the Future of Jobs** WEF. Genebra, Suíça Word Economic Forum, , 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf. Acesso em: 16 maio de 2019.

WETZSTEIN, A. *et al.* A systematic assessment of supplier selection literature – State-of-the-art and future scope. **International Journal of Production Economics**, v. 182, p. 304–323, 2016.

WU, Lifang; YUE, Xiaohang; JIN, Alan; *et al.* Smart supply chain management: a review and implications for future research. **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 2, p. 395–417, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJLM-02-2014-0035>>. Acesso em:

18 maio 2019.

XU, Zeshui. **Linguistic Decision Making**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-29440-2>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

YEH, Wei-chang; CHUANG, Mei-chi. Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 4, p. 4244–4253, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.091>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

YILDIZ, A.; YAYLA, A.Y. Multi-Criteria Decision-Making Methods for supplier selection: a literature review. **South African Journal of Industrial Engineering August**, v. 26, n. 2, p. 158–177, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.org.za/pdf/sajie/v26n2/14.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2019.

YUYAMA, Lucia Kiyoko Ozaki; AGUIAR, Jaime Paiva Lopes; SILVA FILHO, Danilo Fernandes; *et al.* Caracterização físico-química do suco de açaí de Euterpe precatoria Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p. 545–552, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672011000400011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ZHANG, Dongfeng; ZHANG, Jinlong; LAI, Kin Keung; *et al.* An novel approach to supplier selection based on vague sets group decision. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 5, p. 9557–9563, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.07.053>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

ZSIDISIN, George A.; ELLRAM, Lisa M.; CARTER, Joseph R.; *et al.* An analysis of supply risk assessment techniques. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 5, p. 397–413, 2004. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09600030410545445/full/html>>. Acesso em: 8 maio 2019.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO APLICADO AO DECISOR

Avaliação de Critérios para Seleção de Fornecedores

Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado promovida pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Tecnologia/UFAM.

1. Qual o cargo do entrevistado? *

2. Qual o tempo de experiência no cargo? *

3. Qual o mercado de atuação da empresa? *

4. Como se dá o processo de contratação de fornecedores? *

5. Quais as exigências impostas aos fornecedores? *

6. Como ocorre a comunicação com os fornecedores? *

7. A empresa oferece treinamento aos fornecedores? *

8. No geral, qual o perfil dos fornecedores? *

9. A empresa usa algum modelo de seleção de fornecedores? *

10. Qual a principal dificuldade em garantir um processo de seleção de fornecedores eficaz? *

	Não se aplica	Muita Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Nível ecológico	<input type="radio"/>					
Reciclagem	<input type="radio"/>					
Poluição gerada	<input type="radio"/>					
Imagem ecológica	<input type="radio"/>					
Consumo de recursos	<input type="radio"/>					
Capacidade de cooperação	<input type="radio"/>					
Impressão	<input type="radio"/>					
Treinamento ambiental do pessoal	<input type="radio"/>					
Compromisso ambiental de gestão	<input type="radio"/>					
Sistema de gestão ambiental	<input type="radio"/>					
Desenvolvimento do trabalho	<input type="radio"/>					
Experiência e posição entre os concorrentes	<input type="radio"/>					

16. Deseja fazer alguma sugestão em relação a seleção dos critérios anteriores? *

Insira sua resposta

+ Adicionar novo

APÊNDICE B – COLETA DE DADOS SOBRE PESO DOS CRITÉRIOS

DEFINIÇÃO DO PESO DOS CRITÉRIOS

Decisor: _____

Marque no nível de importância correspondente ao que considera ter cada critério no modelo de decisão multicritério:

Crítérios	Muito Baixo	Baixo	Média Baixa	Média	Média Alta	Alta	Muito Alta
Qualidade							
Entrega							
Localização							
Segurança alimentar							
Preço/custo							
Serviço/flexibilização							
Gestão							
Capacidade							
Selo ou Certificação de qualidade							
Relacionamento à longo prazo							

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO E FOTOS DA PESQUISA DE CAMPO**IDENTIFICAÇÃO DO FORNECEDOR**

Razão Social: _____

CNPJ: _____

INSCRIÇÃO ESTADUAL: _____

Responsável/Proprietário: _____

Possui alvará? Sim Não É membro de alguma Associação ou Cooperativa? Sim Não

Qual: _____

Fone (WhatsApp): _____

E-mail: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

Informações complementares: _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO O FORNECEDOR

1. CAPACIDADE/DEMANDA/ENTREGA

1.1 Sua empresa é capaz de **vender 10 toneladas (16 a 17 sacos, cada saco pesando 60 kg)** em uma única remessa para um comprador em Manaus? Pode atender quantidades maiores? (flexibilização)

1.2 Qual o prazo de entrega após o comprador fechar negócio com sua empresa?

2. FINANCEIRO

2.1 Quais as formas de pagamento aceitos na sua empresa?

- | | | |
|--------------------------------|-------------|---------------------|
| a) Boleto | c) Cheque | e) Deposito/Transfe |
| b) Cartão de
crédito/débito | d) Dinheiro | rência |

2.2 Se o pagamento não poder ser feito antecipadamente ou à vista, poderá esperar até quantos dias para receber o pagamento?

- | | | |
|-------------|-------------|-------------------|
| a) 10 dias; | c) 20 dias; | e) Não aceitamos. |
| b) 15 dias; | d) 30 dias; | |

2.3 Em relação à última safra, considera que a situação financeira da sua empresa foi:

- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| a) Ruim | c) Boa; | e) Excelente. |
| b) Razoável; | d) Muito boa; | |

2.4 Em relação à safra atual ou próxima safra, espera que a situação financeira da sua empresa será:

- | | | |
|--------------|---------------|--------------|
| a) Ruim; | c) Boa; | e) Excelente |
| b) Razoável; | d) Muito boa; | |

3. QUALIDADE/SEGURAÇA ALIMENTAR

3.1 Gostaria que justificasse a qualidade do seu produto, ou seja, por que seu produto tem qualidade?

3.2 Você sabe com qual tipo de açaí (ou espécie) que você utiliza na sua propriedade?

3.3 O produtor já recebeu alguma orientação de “Práticas de Colheita e Manuseio de Açaí”? De qual órgão ou instituição recebeu essas instruções e se já aplica ou pretende aplicar?

3.4 A sua empresa possui algum Selo ou Certificação de qualidade do produto?

4. **PREÇOS**

4.1 No processo de venda durante à safra, se o frete for da responsabilidade do comprador, qual preço considera justo vender (ou vendeu) 'seu produto'?

Safra atual: _____

Entressafra: _____

Safra passada: _____

4.2 No processo de venda durante à safra, **se o frete for da sua responsabilidade (vendedor)**, qual preço considera justo vender (ou vendeu) seu produto?

Safra atual: _____

Entressafra: _____

Safra passada: _____

5. **RELACIONAMENTO/SERVIÇO**

5.1 O produtor produz e comercializa apenas o fruto de açaí? Intercala entre outros sistemas agrícolas, caça ou pesca?

5.2 Têm planos para continuar produzindo frutos de açaí nos próximos anos?

5.3 Em relação as vendas que realizou para compradores de Manaus, qual a maior dificuldade que enfrentou?

a) Financeiro;

c) Comunicação

b) Transporte;

d) Outros

5.4 Qual a melhor forma de se comunicar com os compradores de Manaus?

- a) Telefonema;
- b) E-mail;
- c) Mensageiros (WhatsApp, Messenger, Telegram etc.);
- d) Intermediários (associações, cooperativas etc.).

5.5 O que vocês fazem quando algum cliente reclama depois de uma venda?

5.6 O que acontece se o comprador decidir cancelar o pedido? Após a extração e antes do embarque.

5.7 Que mudanças você no seu setor para os próximos anos e como está se preparando?

5.8 O produtor tem disponibilidade para firmar contrato de fornecimento por longo prazo?

5.9 Existe alguma informação que deseja acrescentar?

Figura 5 - Açazeiros de uma propriedade no município de Codajás



Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Figura 6 - Produtora de açá em sua propriedade no município de Codajás



Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Figura 7 - Produtor de açaí em sua propriedade no município de Anori



Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Figura 8 – Sala de recepção e classificação de uma "Açailândia" no município de Anori



Fonte: Elaboração do Autor (2020)

Figura 9 - Fachada da empresa Magama



Fonte: Elaboração do Autor (2020)

APÊNDICE D – INFORMAÇÕES DA COLETA DE DADOS COM OS FORNECEDORES

Conteúdo de informações de cada fornecedor

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
	Qualidade	Entrega	Localização	Segurança Alimentar	Preço/ custo/ logística	Serviço / Flexibilização	Gestão	Capacidade	Selo ou Certificado de qualidade	Relacionamento a longo prazo
Fornecedores										
A ₁	Tipo de Açai: Juçara	1 a 2 dias	Anori / AM	Recebeu treinamento do IDAM e Vigilância Sanitária	R\$ 245,00	Pagamento: Aceita ser pago em até 2 dias	Documentos: Não regulamentado	Pode atender mais de 10 toneladas	Não	Somente daqui a 1 a 2 anos
	Autoqualificação: Quem compra gosta e é aprovado para ser vendido na AgroUFAM						Reclamação de cliente: aceita todo tipo para melhorar	Outra atividade: banana, farinha de mandioca e batata roxa	Safra atual: Ruim	Dificuldade para vender: transporte
A ₂	Tipo de Açai: Juçara	3 a 7 dias	Anori / AM	Recebeu instrução treinamento do IDAM	R\$ 250,00	Pagamento: Aceita ser pago em até 30 dias	Documentos: Somente CNPJ e Alvará	Pode atender mais de 10 toneladas	Não	Sim
	Autoqualificação: Açai colhido maduro e possui apanhadores treinados						Reclamação de cliente: não quer que o cliente fique no prejuízo	Outra atividade: somente açai	Safra atual: Boa	Dificuldade para vender: documentação
A ₃	Tipo de Açai: Juçara	3 a 7 dias	Codajás / AM	Recebeu treinamento do IDAM	R\$ 225,00	Pagamento: Somente avista	Documentos: Não regulamentado	Não sabe se pode mais que 10 toneladas	Sim (açai orgânico)	Não
	Autoqualificação: Mora na propriedade e encaminha para entrega no mesmo dia da colheita						Reclamação de cliente: não vende mais para esse cliente	Outra atividade: manga, acerola, goiaba e genipapo	Safra atual: Boa	Dificuldade para vender: Financeiro e transporte
A ₄	Tipo de Açai: regional	3 dias	Coari / AM	Recebeu treinamento da UFAM	R\$ 170,00	Pagamento: Somente avista	Documentos: Não regulamentado	Pode atender mais de 10 toneladas	Não	Não
	Autoqualificação: Fez curso de qualidade pela UFAM						Reclamação de cliente: procura melhorar a venda.	Outra atividade: agriculturas	Safra atual: Razoável	Dificuldade para vender: outros

APÊNDICE E – TABELAS DO MÉTODO FUZZY-SAW

Tabela 29 - Matriz de decisão *Fuzzy*

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀		
W _j	0,9	1	1	0,3	0,5	0,7	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1	0,9	1	1	0	0,1	0,3	0,1	0,3	0,5	0,5	0,7	0,9	0	0	0,1	0,5	0,7	0,9
A ₁	5	7	9	9	10	10	7	9	10	5	7	9	1	3	5	7	9	10	3	5	7	5	7	9	1	3	5	5	7	9
A ₂	5	7	9	5	7	9	7	9	10	5	7	9	0	1	3	9	10	10	7	9	10	5	7	9	1	3	5	7	9	10
A ₃	1	3	5	5	7	9	5	7	9	3	5	7	3	5	7	3	5	7	1	3	5	1	3	5	0	1	3	3	5	7
A ₄	3	5	7	7	9	10	3	5	7	3	5	7	5	7	9	5	7	9	1	3	5	3	5	7	1	3	5	3	5	7

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 30 - Matriz normalizada e ponderada *Fuzzy*

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀		
A ₁	0,50	0,78	1,00	0,27	0,50	0,70	0,07	0,27	0,50	0,39	0,70	1,00	0,10	0,33	0,56	0,00	0,09	0,30	0,03	0,15	0,35	0,28	0,54	0,90	0,00	0,00	0,10	0,25	0,49	0,81
A ₂	0,50	0,78	1,00	0,15	0,35	0,63	0,07	0,27	0,50	0,39	0,70	1,00	0,00	0,11	0,33	0,00	0,10	0,30	0,07	0,27	0,50	0,28	0,54	0,90	0,00	0,00	0,10	0,35	0,63	0,90
A ₃	0,10	0,33	0,56	0,15	0,35	0,63	0,05	0,21	0,45	0,23	0,50	0,78	0,30	0,56	0,78	0,00	0,05	0,21	0,01	0,09	0,25	0,06	0,23	0,50	0,00	0,00	0,06	0,15	0,35	0,63
A ₄	0,30	0,56	0,78	0,21	0,45	0,70	0,03	0,15	0,35	0,23	0,50	0,78	0,50	0,78	1,00	0,00	0,07	0,27	0,01	0,09	0,25	0,17	0,39	0,70	0,00	0,00	0,10	0,15	0,35	0,63

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

APÊNDICE F – TABELAS DO MÉTODO *FUZZY-TOPSIS*

Tabela 31 - Valores da solução ideal positiva (A+) e ideal negativa *fuzzy* (A)

	C1			C2			C3			C4			C5			C6			C7			C8			C9			C10		
V+	0,50	0,78	1,00	0,27	0,50	0,70	0,07	0,27	0,50	0,39	0,70	1,00	0,50	0,78	1,00	0,00	0,10	0,30	0,07	0,27	0,50	0,28	0,54	0,90	0,00	0,00	0,10	0,35	0,63	0,90
V-	0,10	0,33	0,56	0,15	0,35	0,63	0,03	0,15	0,35	0,23	0,50	0,78	0,00	0,11	0,33	0,00	0,05	0,21	0,01	0,09	0,25	0,06	0,23	0,50	0,00	0,00	0,06	0,15	0,35	0,63

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 32 - Valores calculados da distância D+

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
A ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,01	0,11	0,00	0,00	0,11
A ₂	0,00	0,12	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₃	0,43	0,12	0,05	0,19	0,22	0,06	0,18	0,32	0,02	0,25
A ₄	0,22	0,05	0,11	0,19	0,00	0,02	0,18	0,16	0,00	0,25

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 33 - Valores calculados da distância D-

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
A ₁	0,43	0,12	0,11	0,19	0,19	0,06	0,07	0,32	0,02	0,14
A ₂	0,43	0,00	0,11	0,19	0,00	0,06	0,18	0,32	0,02	0,25
A ₃	0,00	0,00	0,07	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A ₄	0,22	0,08	0,00	0,00	0,62	0,04	0,00	0,16	0,02	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

APÊNDICE G – TABELAS DO MÉTODO *FUZZY-PROMETHEE II*

Tabela 34 - Matriz de decisão normalizado do método *Fuzzy-PROMETHEE II*

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀		
A ₁	0,56	0,78	1,00	0,90	1,00	1,00	0,70	0,90	1,00	0,56	0,78	1,00	0,11	0,33	0,56	0,70	0,90	1,00	0,30	0,50	0,70	0,56	0,78	1,00	0,20	0,60	1,00	0,50	0,70	0,90
A ₂	0,56	0,78	1,00	0,50	0,70	0,90	0,70	0,90	1,00	0,56	0,78	1,00	0,00	0,11	0,33	0,90	1,00	1,00	0,70	0,90	1,00	0,56	0,78	1,00	0,20	0,60	1,00	0,70	0,90	1,00
A ₃	0,11	0,33	0,56	0,50	0,70	0,90	0,50	0,70	0,90	0,33	0,56	0,78	0,33	0,56	0,78	0,30	0,50	0,70	0,10	0,30	0,50	0,11	0,33	0,56	0,00	0,20	0,60	0,30	0,50	0,70
A ₄	0,33	0,56	0,78	0,70	0,90	1,00	0,30	0,50	0,70	0,33	0,56	0,78	0,56	0,78	1,00	0,50	0,70	0,90	0,10	0,30	0,50	0,33	0,56	0,78	0,20	0,60	1,00	0,30	0,50	0,70

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 35 - Determinação dos valores pareados em número *fuzzy*

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀		
D(A1-A2)	0,00	0,00	0,00	0,40	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,22	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10
D(A1-A3)	0,44	0,44	0,44	0,40	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,40	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20
D(A1-A4)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,44	0,44	0,44	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
D(A2-A1)	0,00	0,00	0,00	0,40	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,22	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10
D(A2-A3)	0,44	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,33	0,44	0,44	0,60	0,50	0,30	0,60	0,60	0,50	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
D(A2-A4)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,10	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,56	0,67	0,67	0,40	0,30	0,10	0,60	0,60	0,50	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,30
D(A3-A1)	0,44	0,44	0,44	0,40	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,40	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20
D(A3-A2)	0,44	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,33	0,44	0,44	0,60	0,50	0,30	0,60	0,60	0,50	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
D(A3-A4)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00
D(A4-A1)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,44	0,44	0,44	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
D(A4-A2)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,10	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,56	0,67	0,67	0,40	0,30	0,10	0,60	0,60	0,50	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,30
D(A4-A3)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 36 - Resultado do cálculo da função de preferência em números *fuzzy*, P(a,b)

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀		
P(A1-A2)	0,00	0,00	0,00	0,40	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A1-A3)	0,44	0,44	0,44	0,40	0,30	0,10	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20
P(A1-A4)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,20	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
P(A2-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,40	0,40	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
P(A2-A3)	0,44	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,60	0,50	0,30	0,60	0,60	0,50	0,44	0,44	0,44	0,20	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30
P(A2-A4)	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,30	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,30	0,10	0,60	0,60	0,50	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,30
P(A3-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A3-A2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A3-A4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A4-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A4-A2)	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,67	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P(A4-A3)	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,20	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração do Autor (2020).

Tabela 37 - Resultado dos valores ponderados em números fuzzy, w.p(a,b)

	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			C ₆			C ₇			C ₈			C ₉			C ₁₀					
W(A1-A2)	0,00	0,00	0,00	0,12	0,15	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W(A1-A3)	0,40	0,44	0,44	0,12	0,15	0,07	0,02	0,06	0,05	0,16	0,20	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,09	0,02	0,06	0,10	0,22	0,31	0,40	0,00	0,00	0,04	0,10	0,14	0,18			
W(A1-A4)	0,20	0,22	0,22	0,06	0,05	0,00	0,04	0,12	0,15	0,16	0,20	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,06	0,10	0,11	0,16	0,20	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14	0,18			
W(A2-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14	0,09			
W(A2-A3)	0,40	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,05	0,16	0,20	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,06	0,18	0,25	0,22	0,31	0,40	0,00	0,00	0,04	0,20	0,28	0,27			
W(A2-A4)	0,20	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,04	0,12	0,15	0,16	0,20	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,06	0,18	0,25	0,11	0,16	0,20	0,00	0,00	0,00	0,20	0,28	0,27			
W(A3-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
W(A3-A2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
W(A3-A4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
W(A4-A1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,44	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
W(A4-A2)	0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,67	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
W(A4-A3)	0,20	0,22	0,22	0,06	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,22	0,22	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,11	0,16	0,20	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00			

Fonte: autor (2020).