

Abordagem matemática aplicada à problemática de escolha de fornecedor de *Allium cepa*

Mathematical approach applied to the problem of choosing an *Allium cepa* supplier

William Wendel Richardson de Souza Júnior

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X>

Pedro Vieira Souza Santos

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X>

Ana Cristina Gonçalves Castro Silva

<https://orcid.org/0000-0001-8682-7794>

Thiago Magalhães Amaral

<https://orcid.org/0000-0001-8682-7794>

Bacharel em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Brasil.

Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Brasil. pedrovieirass@hotmail.com

Doutora em Engenharia Industrial. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Brasil. castroanasilva@gmail.com

Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) – Brasil.

RESUMO

A seleção de fornecedores tem se mostrado um grande diferencial para as organizações comerciais na atualidade. A sua utilização, quando corretamente praticada, pode maximizar os ganhos produtivos e financeiros de uma empresa, desde a melhor alocação e escolha de matérias-primas e recursos até na redução de custo e na oferta de um melhor produto. No entanto, geralmente, a determinação dos fornecedores ideais nem sempre é vista de maneira tão simples, havendo nesses casos inúmeras variáveis que dificultam o processo de tomada de decisão. Neste estudo, a utilização das ferramentas ELECTRE I e ELECTRE II tem como objetivo indicar qual a região produtora se destaca em termos de melhores fornecedores de cebola branca. Para isso, utilizou-se a metodologia de sobreclassificação e obedecendo as prerrogativas de interesse do tomador de decisão, como variáveis, pesos e alternativas. Os resultados puderam identificar uma quantidade razoável de variáveis ligadas tanto à escolha da região produtora quanto ao ranqueamento dos melhores fornecedores. A partir disso, pode-se apresentar Irecê como a melhor região e o Fornecedor B como o melhor dentre aqueles observados para a comercialização com a empresa do gestor. Com isso, os resultados encontrados se mostraram eficazes, evidenciando o ELECTRE I e II como ferramenta para auxiliar empresas em decisões de seleção de fornecedores.

Palavras-chave: decisão; fornecedor; *Electre*; seleção.

ABSTRACT

The selection of suppliers has proved to be a great differentiator for commercial organizations nowadays. When correctly practiced, it can maximize the productive and financial gains of a company, from the best allocation and choice of raw materials and resources to cost reduction and the offer of a better product. However, the determination of the ideal suppliers is not always seen in such a simple way, having in these cases numerous variables that make the decision-making process difficult. In this study, the use of the ELECTRE I and ELECTRE II tools aims to indicate which producing region stands out in terms of the best suppliers of white onions. For this, the over-classification methodology was used and obeying the prerogatives of interest of the decision maker, such as variables, weights and alternatives. The results were able to identify a reasonable amount of variables linked to both the choice of the producing region and the ranking of the best suppliers. From this, Irecê can be presented as the best region and Supplier B as the best among those observed for commercialization with the manager's company. Thus, the results found were effective, showing ELECTRE I and II as tools to assist companies in supplier selection decisions.

Keywords: decision; supplier; *Electre*; selection.

Recebido em 07/02/2022. Aprovado em 09/05/2022. Avaliado pelo sistema *double blind peer review*. Publicado conforme normas da ABNT.
<https://doi.org/10.22279/navus.2022.v12.p01-19.1776>

1 INTRODUÇÃO

A seleção de fornecedores é considerada cada vez mais como uma das principais funções desempenhadas dentro de uma organização (KONG; ZHANG; LIU, 2008). Fazer a escolha de fornecedores de maneira eficaz pode representar para a empresa a redução de seus custos e, conseqüentemente, o aumento do resultado financeiro (PITCHIPOO; VENKUMAR; RAJAKARUNAKARAN, 2012; SANTOS, 2019).

As conseqüências dos processos comerciais inerentes às organizações, independentemente da área de atuação, se veem cercadas por decisões quanto à escolha de fornecedores. Ir em frente a essa prerrogativa, não estruturando seu processo de escolha de parceiros, pode trazer sérios danos às relações de curto, médio e longo prazo nas áreas comerciais, de gestão e de relacionamento da empresa com fornecedores e clientes, além de facilitar a entrada de outras organizações concorrentes (FERNANDES *et al.*, 2021; SANTOS, 2020).

A fruticultura tem ganhado destaque na região do Submédio do Vale do São Francisco por conta do seu potencial produtor, bem como por ser um centro de distribuição tanto para o mercado interno quanto para o externo (FREITAS; RUPOLO; OLIVEIRA, 2014). O Mercado do Produtor de Juazeiro-BA tem se destacado na comercialização dos mais variados tipos de alimentos agrícolas. Um dos produtos com mais saída e volume financeiro é a cebola branca (*Allium cepa*), que, além da alta demanda durante todo o ano, tem desenvolvido, através do comércio, toda a região do Submédio do Vale do São Francisco.

Segundo os comerciantes do Mercado do Produtor, a comercialização da cebola branca nesta região peca no que se refere às ferramentas utilizadas para gerir o grande e complexo volume de produtos e fornecedores, contando apenas com escolhas perceptíveis relativamente simples no momento da compra dos produtos, como, por exemplo, preço, aparência, entre outros. A partir desse contexto, a utilização de ferramentas de escolha de fornecedores se mostra importante para o desenvolvimento deste potencial área comercial e, também, para o crescimento desta região.

Segundo Ching (2000), a classificação e as escolhas de fornecedores feitas pelas organizações são construídas levando-se em conta um rol de critérios não estático, que pode ser aumentado ou diminuído de acordo com as necessidades e temporalidades do mercado. Dentre alguns dos principais critérios de avaliação, temos: a qualidade do produto, os prazos de entrega, preços, custos com transporte e descarga, distância até o fornecedor, quantidade de entregas por período, confiabilidade, formas de pagamento, entre muitos outros.

A escolha de fornecedores é um tema que vem sendo bastante abordado tanto nas organizações empresariais quanto nas áreas de pesquisa de universidades. Diante de uma maior competitividade no mercado comercial e, também, do crescimento de variáveis inerentes a este setor, algumas ferramentas computacionais têm ganhado espaço na análise e mensuração de critérios, tanto qualitativos como quantitativos (CHA; LIU; NGAI, 2013). Para lidar com esses problemas que, na maioria das vezes, limitam a capacidade operacional das empresas, modelos de Análise de Decisão Multicritério (*Multiple-Criteria Decision Analysis* – MCDA) têm sido utilizados a fim de facilitar e potencializar a utilização de inúmeras variáveis e, assim, encontrar uma melhor solução para o problema proposto, de acordo com as predeterminações dos gestores, como na escolha de fornecedores (HO; XU; DEI, 2010).

Nesse contexto, a grande oferta de produtos e as suas variações de preço e qualidade constroem várias possibilidades de escolha para uma organização. Dessa forma, levando-se em consideração as diferentes regiões produtoras e fornecedores, bem como os critérios que os distinguem, uma pergunta faz-se pertinente: como uma empresa do Mercado do Produtor de Juazeiro-BA poderia selecionar a melhor região produtora e seus principais fornecedores de cebola branca a partir das preferências do tomador de decisão através dos métodos de decisão multicritério?

Neste estudo, a utilização das ferramentas ELECTRE I e ELECTRE II tem como objetivo indicar qual a região produtora se destaca em termos de melhores fornecedores de cebola branca, para uma empresa do Mercado do Produtor de Juazeiro/BA.

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os principais tópicos teóricos acerca da temática de seleção de fornecedores e os respectivos métodos de aplicação para tal. Além disso, expõe-se o conceito de métodos multicritérios e suas bases conceituais.

2.1 Seleção de fornecedores

A seleção de fornecedores tem como objetivo dar suporte às atividades do negócio e fazer com que aconteçam de maneira correta e eficaz (KRAUSE; PAGELL; CURKOVIC, 2001). O efeito causado pela globalização e a maior interferência do capitalismo em todas as escalas produtivas faz com que as empresas priorizem o seu core business (atividade fim) e terceirizem outras atividades secundárias.

Isso tem feito da escolha de fornecedores algo ainda mais importante para a empresa que, ao focar em sua atividade fim, se torna cada vez mais dependente do desempenho de seus fornecedores para atuar de maneira competitiva no mercado (KRAUSE; PAGELL; CURKOVIC, 2001; SANTOS, SILVA, 2019). Outras empresas menores, no entanto, veem o fornecimento a menor custo como mais importante, o que não é totalmente verdade para as maiores empresas, que priorizam a cautela para, assim, terem relações a longo prazo (BASNET; WEINTRAUB, 2009).

Quanto à utilização do custo para a seleção de fornecedores, como geralmente feito pelas organizações de menor porte, Ho, Xu e Dei (2010) identificaram a utilização de mais de um critério como fatores muito importantes na hora da escolha de produtos e serviços, não sendo apenas o menor valor que terá impacto considerável na gestão da cadeia de suprimentos. Além disso, Ramanathan (2007) diz que o problema engloba muito mais que uma simples análise de preço. A decisão será influenciada, também, por fatores qualitativos e quantitativos relacionados às opções, tanto em classificação numérica como em fatores subjetivos.

Logo, a seleção de fornecedores funciona de forma gradativa, onde produtos ou serviços passam por inspeções, avaliações e escolhas, de acordo com a necessidade e características específicas. Essa metodologia tem se tornado uma área com maior crescimento nos últimos anos, com muitos exemplares que lidam com a escolha de fornecedores a partir de um conjunto de opções. Além disso, em tempos de recessão, ela tem se tornado cada vez mais essencial às empresas, pois melhora panoramas estruturais e financeiros (SAEN, 2007).

2.2 Decisão multicritério

Os métodos de decisão multicritério surgiram com o objetivo de dar apoio aos tomadores de decisão na busca de resoluções concretas de seus problemas com objetivos conflitantes (SOUSA e CARMO, 2015), bem como na estruturação e análise desses dados (CAMPOS, 2011).

Segundo Zopounidis e Pardalos (2010), o estudo pertinente à decisão multicritério tem ajudado a desenvolver análises e conhecimentos acerca de inúmeras áreas de estudo e aplicações práticas. Dentre elas, podemos destacar:

- Desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e modelos de decisão;
- Aplicação das técnicas ao apoio à decisão;
- Introdução das técnicas de decisão, inovação e aprimoramento nas áreas de transporte, economia, gestão, engenharia, telecomunicação, sustentabilidade, construção civil, planejamento energético etc.

A MCDA tem como objetivo a análise de um problema e a busca de uma solução dentro de um número de alternativas, as quais serão observadas segundo múltiplos critérios e objetivos pretendidos. Desse modo, criar-se-á um conjunto de alternativas, em termos de mais e menos significantes, que condizem com o objetivo proposto e poderá sanar o problema em questão (VINCKE, 1992).

A prerrogativa de escolha da solução perfeita quanto à escolha de fornecedores é afrontada por Keeney e Raiffa (1976), os quais defendem que a utilização da ferramenta de decisão multicritério serve, de maneira bastante específica, na gestão e análise de dados para auxiliar o tomador de decisão, que pode ser o gestor ou o responsável pela área de estudo na organização ou qualquer outra área de pesquisa. Desse modo, de acordo com as percepções iniciais e finais (variáveis, atributos, opções disponíveis e objetivos) desse indivíduo, a ferramenta dará um norte de possíveis escolhas, cada um com resultados diferentes, de acordo com a sensibilidade encontrada no problema para cada requisito ou variável.

Segundo Vincke (1992), os especialistas costumam dividir os métodos MCDA em três principais (Quadro 1): teoria da utilidade multiatributos; métodos de sobreclassificação e métodos iterativos. Roy (1996) os define, respectivamente, como: abordagem de síntese de critério, a qual elimina incomparabilidade; abordagem de síntese de sobreclassificação, a qual não aceita incomparabilidade; e abordagem experimental, com julgamento de iterações *trial-error*. Os dois principais métodos referentes à sobreclassificação são ELECTRE e PROMETHEE, pertencentes às famílias que levam seus respectivos nomes. A abordagem presente neste estudo diz respeito ao método ELECTRE, mais especificadamente ao ELECTRE II.

Quadro 1 – Principais métodos do MCDA

Método	Classificação	Referências seminais
Analytic Hierarchy Process (AHP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1977) e Saaty (1980)
Analytic Network Processes (ANP)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Saaty (1996)
ELECTRE	Método de Superação	ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY; BERTIER, 1971); ELECTRE III (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IV (ROY; HUGONNARD, 1981); ELECTRE IS (ROY; SKALKA, 1985); ELECTRE TRI (YU, 1992; MOUSSEAU; SLOWINSKI; ZIELNIEWICZ, 2000)
Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Bana e Costa e Vansnick (1994)
Multiattribute Utility Theory (MAUT)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Fishburn (1970) e Keeney e Raiffa (1976)
Promethee	Método de Sobreclassificação	Brans, Mareschal e Vincke (1984) e Brans, Vincke e Mareschal (1986)
Multiobjective Linear Programming (MOLP)	Método Iterativo	Tanka e Asai (1984) e Tong (1994)
Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)	Teoria da Utilidade Multiatributo	Edwards (1977)

Fonte: Adaptado de Rodriguez, Costa e Do Carmo (2013)

Os métodos multiatributos apresentam diferentes ângulos em uma única função, a fim de otimizá-la posteriormente. Os métodos de sobreclassificação constroem relações de superioridade entre variáveis, existindo hierarquia em suas comparações, e é propositalmente influenciado pela percepção de um agente decisor externo (ROY, 1996). Os métodos iterativos associam-se a estudos discretos ou contínuos, apresentando, como seu nome sugere, a aplicação de métodos de iteração e princípios de otimização matemática (LIMA, 2011).

Um método que geralmente é aplicado em problemáticas de escolha de fornecedores é o ELECTRE II, que consiste na atribuição de superação entre ações de duas maneiras: forte e fraca – o que dá ao estudo mais credibilidade quanto aos seus resultados e, por conta disso, apresenta relativa superioridade em relação ao ELECTRE I. Além disso, o ELECTRE II fornece uma ordenação das alternativas, o que se adequa ao estudo de seleção de fornecedores.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O campo de atuação da pesquisa está intrinsecamente ligado ao setor terciário da economia, o comércio, com foco naquele existente entre a organização e seus fornecedores. Neste momento, a organização em questão faz a ligação entre o setor primário, o da produção agrícola propriamente dita, com o consumidor varejista ou, por vezes, até mesmo com o consumidor final. Quando considerados os fornecedores, este comércio atua, em escala geográfica, não somente na região do Submédio do Vale do São Francisco, mas também em outros municípios do Nordeste e, quando necessário, de outras áreas dentro ou fora do país. Tal quantidade e variedade de opções traz consigo a necessidade de análise das características e serviços atrelados ao fornecedor, identificando quais deles trarão melhores resultados à empresa.

- a) Fase 1 – A primeira etapa foi dividida em duas partes: definição do tema e abordagem teórica. A fixação do tema foi apresentada como proposta a partir da identificação do volume de mercadoria comercializada no Mercado do Produtor de Juazeiro, principalmente da cebola branca. A escolha deste produto foi realizada de acordo com o seu valor agregado, quando comparadas à quantidade vendida e ao valor financeiro desse montante. Tais fatores, atrelados à falta de metodologias de escolha de fornecedores, se mostraram novas possibilidades de estudo para melhoria deste processo, bem como na contribuição para o desenvolvimento do comércio na região do Vale do São Francisco. Posterior à significação do tema, na segunda etapa da fase 1, foi levantado o referencial teórico (artigos, dissertações, teses, entre outros materiais) que serviu de base para o conhecimento e desenvolvimento dos dados e ferramentas ligadas a essa temática.
- b) Fase 2 – Foi dividida em duas: a identificação das variáveis, critérios e pesos aplicados na seleção dos fornecedores da organização e a construção do modelo de decisão multicritério. A primeira diz respeito à interação prática da aplicação da pesquisa no estudo de caso: por meio de uma entrevista, auxiliada por um questionário semiestruturado (APÊNDICE A), os critérios e variáveis de decisão e escolha foram definidos pelo gestor (tomador de decisão) da organização, bem como as áreas produtoras de cebola branca, os fornecedores atuais da empresa (opções a serem escolhidas) e os pesos referentes a cada critério (quais são os mais importantes de acordo com a estratégia da organização). O segundo apresenta a construção do Modelo de Decisão Multicritério, abordado segundo Campos (2011), que abrange as seguintes prerrogativas, essenciais à construção do modelo: potenciais regiões e fornecedores candidatos, critérios de avaliação, hierarquia de importância/peso entre os critérios, relações de sobreclassificação e limiares de concordância e discordância, como apresentado anteriormente nas explicações sobre os ELECTRE I e II.
- c) Fase 3 – A última fase apresentou a aplicação do ELECTRE I e do ELECTRE II para a seleção da melhor região produtora e para o ranqueamento dos melhores fornecedores, respectivamente. Ambas as aplicações dos algoritmos foram construídas com o auxílio do Software Microsoft Excel. De início, para avaliar e quantificar as regiões produtoras de cebola branca, de acordo com a opinião e classificação do gestor, as avaliações foram traduzidas em números e colocadas no Excel para dar início às comparações entre as alternativas. Com isso, foi possível identificar as relações de sobreclassificação entre as seis regiões produtoras de cebola branca apresentadas pelo gestor e, ao final, apresentar a que mais se destacou frente às outras. Após isso, a aplicação do segundo método, o ELECTRE II, apresentou o ranqueamento entre os fornecedores da região escolhida anteriormente como melhor opção. A partir da apresentação das cinco alternativas de fornecimento de cebola branca e classificação das mesmas pelo gestor, apresentadas na Fase 2, as informações também foram dispostas no software Excel e aplicada segundo o método de ranqueamento. Em seguida às relações de sobreclassificação entre as alternativas, foi possível identificar quais as mais significativas, em ordem decrescente, para empresa do gestor. Além disso, de modo a testar a validade dos algoritmos construídos, comparou-se os mesmos com os resultados do software J-ELECTRE (PEREIRA; COSTA; NEPOMUCENO, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como segundo critério para a escolha de fornecedores de cebola branca, em vista da existência do produto em todo o país, o custo dessa mercadoria se mostra bastante importante. Como custo, pode-se entender desde o valor de um volume específico de cebola até o custo com o seu transporte (frete), o qual depende quase que totalmente da distância entre o local de origem do produto e o Mercado do Produtor, onde está a empresa compradora.

Desse modo, a variável custo será tratada como a soma das inferências de custo de mercadoria e custo de transporte. Essa união de critérios se justifica pelo fato de haver um valor específico (cotação) para a cebola, a depender do dia, da oferta de volume no mercado e da demanda pelo produto. Para o terceiro critério, é possível visualizar que os fatores climáticos são as condições apresentadas num determinado local, numa região em específico. Ele pode ser melhor apresentado quando o dividimos em partes, como: temperatura, índice pluviométrico, umidade, época do ano, etc. Além disso, segundo o gestor da empresa em estudo, há um calendário bem definido para a produção de cebola no Brasil, e isso vai determinar quais mercados serão os fornecedores de cebola de melhor qualidade, pois cada região do país tende a ter melhor/maior produção em determinado período do ano.

Tabela 1 - Matriz de Decisão

Área/Critério	Qualidade	Custo	Fatores Climáticos
Peso	8	6	3
Preferência	Max.	Min.	Max.
Irecê	5	Muito baixo	Muito boa
Minas	1	Regular	Muito ruim
Santa Catarina	2	Alto	Ruim
Vale	1	Muito baixo	Ruim
Argentina	1	Muito alto	Ruim
Rio Grande do Sul	3	Muito alto	Regular

Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 1, preenchida pelo gestor da empresa, mostra a Matriz de Decisão com os critérios, pesos de preferência e atribuições para cada alternativa. Ela foi desenvolvida para a escolha da região produtora, que é a nossa primeira análise. A qualidade foi mensurada através de uma escala numérica de 1 a 5 – quanto mais próximo de 5, maior a qualidade apresentada pelo produto (critério de maximização).

Tal escala foi escolhida de modo a possibilitar uma melhor compreensão do gestor a cerca deste item. O segundo critério, o custo, foi atribuído em escalas qualitativas (muito baixo, baixo, regular, alto e muito alto) – quanto mais próximo de “muito baixo”, menor a distância até a sede da empresa e menor o custo de transporte e compra do produto (critério de minimização). Por último, a condição climática também foi abordada com escalas qualitativas, no entanto o seu critério é de maximização (quanto mais próximo de “muito bom”, melhor), assim como no critério qualidade.

A Tabela 2 apresenta a normalização da matriz de decisão. De acordo com o tomador de decisão, a qualidade (peso 8) é o critério mais importante na escolha de fornecedor; o custo (peso 6) é o segundo fator mais significativo e, por último, os fatores climáticos (peso 3) possuem menor influência na decisão final. A utilização dos pesos levou em consideração primeiramente à questão sobre qual critério mais teria influência na tomada de decisão do gestor; em segundo lugar, com uma escala de 1 a 9, o gestor deu as notas dos pesos, de acordo com a percepção do mesmo.

As escalas qualitativas foram transformadas em quantitativas de cinco pontos – com ressalva para o sentido da escala de maximização (preferência para o “muito bom”) e de minimização (preferência para o “muito baixo”) dos critérios. A normalização foi feita dividindo-se o índice do critério pelo seu somatório total. Já no caso dos pesos, dividindo-se o peso individual pela soma dos pesos.

Tabela 2 - Normalização da Matriz de Decisão

Área/Critério	Qualidade	Custo	Fatores Climáticos
Peso	0,47	0,35	0,18
Preferência	Max.	Min.	Max.
Irecê	0,38	0,05	0,33
Minas	0,08	0,16	0,07
Santa Catarina	0,15	0,21	0,13
Vale	0,08	0,05	0,13
Argentina	0,08	0,26	0,13
Rio Grande do Sul	0,23	0,26	0,20
Total	1	1	1

Fonte: Autoria própria (2022)

A partir da utilização da Equação 1, pode-se construir a Tabela 3, a Matriz de Concordância Macro.

$$C(a, b) = \begin{cases} \sum p_i | g_i(a) > g_i(b) \\ \text{sendo } \sum p_i = 1 \forall_i e 0 \leq C(a, b) \leq 1 \end{cases} \quad (\text{Eq. 1})$$

As relações de sobreclassificação são feitas comparando-se duas alternativas individuais, segundo os seus critérios. As relações condicionais que forem julgadas verdadeiras terão os pesos de seus critérios somados. Como demonstração da comparação entre as alternativas 1 e 2, tem-se:

$$C_{1,2} = 0,47(\text{se } 0,38 \geq 0,08) + 0,35(\text{se } 0,05 \leq 0,16) + 0,18(\text{se } 0,33 \geq 0,07) \quad C_{1,2} = 0,47 + 0,35 + 0,18$$

$$C_{1,2} = 1$$

A comparação entre as alternativas 1 e 2 ($C_{1,2}$) resultou no valor 1, valor máximo. Isso ocorreu porque as relações entre as duas alternativas foram todas verdadeiras, tendo a alternativa 1 como superior a 2 em todos os três critérios. Além disso, quando se faz a comparação inversa, entre as alternativas 2 e 1 ($C_{2,1}$), o resultado é 0, o mínimo. Vejamos:

$$C_{2,1} = 0,47(\text{se } 0,08 \geq 0,88) + 0,35(\text{se } 0,16 \leq 0,05) + 0,18(\text{se } 0,07 \geq 0,33)$$

$$C_{2,1} = 0 + 0 + 0$$

$$C_{2,1} = 0$$

Nessa segunda comparação, as três comparações condicionais entre as alternativas 2 e 1 são FALSAS, o que gera o valor zero para cada comparação e, também, para o somatório ($C_{2,1} = 0$).

Tabela 3 – Matriz de Concordância

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A2	0,00	-	0,35	0,47	0,82	0,35
A3	0,00	0,65	-	0,65	1,00	0,35
A4	0,35	1,00	0,53	-	1,00	0,35
A5	0,00	0,65	0,18	0,65	-	0,35
A6	0,00	0,65	0,65	0,65	1,00	-

Fonte: Autoria própria (2022)

Posteriormente, através da utilização da Equação 2, pode-se encontrar a Matriz de Discordância.

$$D(a, b) = \begin{cases} \max \left[\frac{g_i(b) - g_i(a)}{\text{escala}_i} \right] \forall_i \mid g_i(b) > g_i(a) \\ \text{sendo } \text{escala}_i = g_i(c) - g_i(d) \forall_i, c, d \text{ e } 0 \leq D(a, b) \leq 1 \end{cases} \quad (\text{Eq. 2})$$

Como na Matriz de Concordância, há a comparação entre os valores dos critérios, mas, desta vez, não há relação com os pesos de cada critério, apenas com o valor individual de cada atribuição numérica. Onde:

$$D_{2,1} = \frac{(\text{MÁXIMO}(0,08-0,38;-0,16+0,05;0,07-0,33))}{\text{MÁXIMO}((\text{MÁXIMO}(C1)-\text{MÍNIMO}(C1));(\text{MÁXIMO}(C2)-\text{MÍNIMO}(C2));(\text{MÁXIMO}(C3)-\text{MÍNIMO}(C3)))}$$

$$D_{2,1} = \frac{(\text{MÁXIMO}(-0,31;-0,11;-0,27))}{\text{MÁXIMO}((0,38-0,08;0,26-0,05;(0,33-0,07)))}$$

$$D_{2,1} = \frac{-0,11}{\text{MÁXIMO}((0,31;0,21;0,26))}$$

$$D_{2,1} = \frac{-0,11}{0,31}$$

$$D_{2,1} = -0,34$$

Assim, encontra-se $D_{1,2} = -0,34$, um valor baixo que mostrará a não impossibilidade de comparação entre as alternativas. Isso quer dizer que, ao compararmos as alternativas 1 e 2, o baixo valor de discordância viabilizará a comparação. De modo oposto, tem-se, por exemplo, o $D_{4,1} = 0,75$, o qual expressa um valor significativamente alto e que, na perspectiva do presente estudo, vetará a comparação, impossibilitando que ela seja enviesada (Tabela 4).

Tabela 4 – Matriz de Discordância

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	-0,34	-0,51	0,00	-0,65	-0,43
A2	1,00	-	0,25	0,34	0,22	0,50
A3	0,75	0,17	-	0,51	0,00	0,25
A4	1,00	0,00	0,25	-	0,00	0,50
A5	1,00	0,34	0,25	0,68	-	0,50
A6	0,68	0,34	0,17	0,68	0,00	-

Fonte: Autoria própria (2022)

Agora que os valores de concordância e discordância foram encontrados, pode-se construir a Matriz de Superação. Para isso, é necessário que os limiares de concordância e discordância sejam atribuídos - com observação, é claro, para que seu valor não seja tão altos para a concordância nem tão baixo para a discordância. Caso o limiar de concordância seja, por exemplo, 0,9, dificilmente construiríamos um número grande de sobreclassificações entre as alternativas porque tal valor para o índice deixa a comparação bastante exigente, e, também, um resultado menos representativo. O caso do limiar de discordância segue a mesma lógica: quanto menor for, mais difícil será encontrar relações entre as alternativas, enviesando todas as comparações e não se obtendo nenhuma resultado de sobreclassificação satisfatório.

Atribuiu-se, desse modo, o valor de concordância como $c = 0,7$ e o valor de discordância como $d = 0,35$. Assim, caso o valor da concordância seja maior ou igual a 0,7 e o valor da discordância seja menor ou igual a 0,35, teremos um resultado de sobreclassificação verdadeira entre as alternativas em análise. Além

disso, vale frizar que a literatura não traz uma relação totalmente clara para a escolha dos valores dos limiares; eles podem variar bastante a partir da complexidade mínima exigida para a análise. Neste estudo, portanto, a relacionamos com a necessidade de não trazermos limiares nem tão altos nem tão baixos, de modo a não enviesar a análise, bem como para trazer certo nível de exigência às comparações.

Como mostra Equação 3, para que a sobreclassificação seja considerada verdadeira, dois critérios devem ser respeitados. Eles são:

$$a \text{ S } b \text{ se e somente se } \{C(a, b) \geq c \\ D(a, b) \leq d$$

Como demonstração, vejamos da comparação entre as alternativas 1 e 2:

- i. $C_{1,2} = 1$ e $c = 0,7 \rightarrow C_{1,2} \geq c+$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)
- ii. $D_{1,2} = -0,34$ e $d = 0,35 \rightarrow D_{1,2} \leq d+$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)

Após as análises de sobreclassificação, é possível construir a Matriz de Superação, a Tabela 5. O "S" maiúsculo representa uma sobreclassificação; os traços ("-"), uma impossibilidade de comparação por não haver superação entre mesmas opções; os valores em branco representam a não superação de uma opção sobre a outra, seja por um valor inferior ao limiar de concordância, seja por um valor superior ao limiar de discordância, havendo um veto nessas comparações.

Tabela 5 – Matriz de Superação

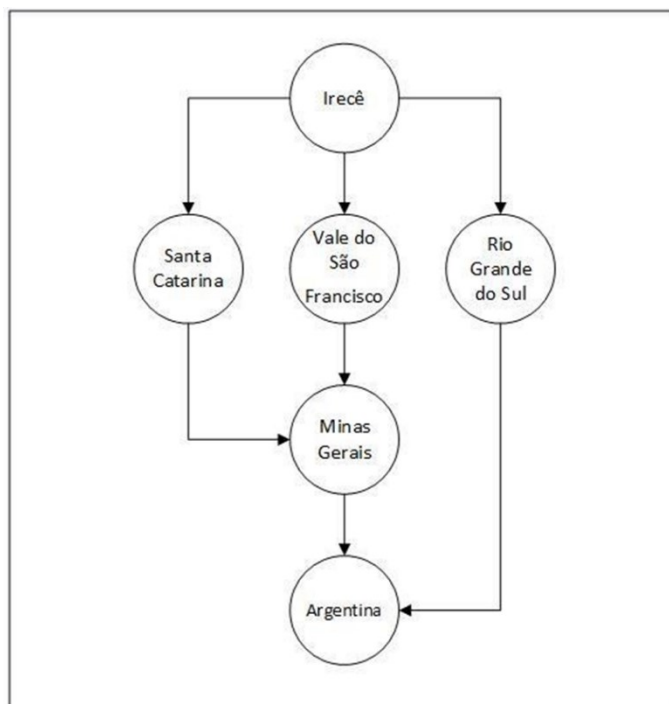
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	-	S	S	S	S	S
A2		-			S	
A3		S	-		S	
A4		S		-	S	
A5					-	
A6					S	-

Fonte: Autoria própria (2022)

A Tabela 5 também pode ser representada pela Figura 1, o Kernel de Sobreclassificação. Neste momento, pode-se identificar visualmente as suas relações de superioridade e inferioridade. Por fim, é possível construir a classificação final das regiões de produção, em ordem decrescente de expressividade, para que seja possível selecionar a melhor região produtora para o tomador de decisão, segundo suas inferências iniciais e a aplicação do ELECTRE I.

Como visualizado na Figura 1, no Kernel de Sobreclassificação, é possível ver Irecê como a região com maior relevância. A alternativa "Irecê" é a região selecionada, pois é superior a todas as outras alternativas de áreas de produção/comercialização de cebola branca para o gestor da empresa. Além disso, explorando as ramificações posteriores, é possível identificar a região 5, Argentina, como aquela que é mais superada; ela é superada, com base nos critérios e pesos estabelecidos, por todas as outras alternativas.

Figura 1 – Kernel de Sobreclassificação



Fonte: Autoria própria (2022)

Como dito pelo gestor, os resultados referentes a fatores climáticos na região de Irecê, nos meses de outubro e novembro, têm feito com que a qualidade do produto apresente resultados mais relevantes frente às outras regiões. Segundo Camargo Filho e Alves (2005) e o calendário das safras de cebola do Brasil, a região nordeste possui maior produção nos períodos de agosto a novembro, o que é oposto nas outras regiões do país. Corroborando com a opinião do gestor, toda a produção do mês de outubro e novembro foi trazida da região de Irecê. Além disso, quanto ao critério custo, por conta da proximidade entre essas fazendas e o Mercado do Produtor, o montante financeiro para trazer esses produtos é considerado baixo, se comparado com as outras opções de comercialização do gestor.

Após a aplicação do método ELECTRE I para a escolha da região produtora, onde pôde-se definir a região de Irecê como a melhor dentre as opções, faz-se necessário, construir comparações entre as empresas presentes na região de Irecê para, assim, ranquear, através do método ELECTRE II, quais os melhores fornecedores de cebola branca para empresa do Mercado do Produtor de Juazeiro-BA.

Tabela 6 - Matriz de Decisão

Área/Critério	Qualidade	Custo	Confiabilidade
Peso	9	5	2
Preferência	Max.	Min.	Max.
Fornecedor A	5	Alto	Alta
Fornecedor B	5	Baixo	Muito Alta
Fornecedor C	4	Muito baixo	Alta
Fornecedor D	5	Muito alto	Baixa
Fornecedor E	3	Muito baixo	Muito baixa

Fonte: Autoria própria (2022)

A Tabela 6 apresenta a Matriz de Decisão. Quando comparada com a Matriz de Decisão da Tabela 1, é possível identificar uma diferença para o terceiro critério. Nesta nova matriz, como todos os seus fornecedores estão na mesma região, não se faz necessária a presença da condição climática como critério. Nesta fase do estudo, o terceiro critério utilizado pelo gestor foi a confiabilidade, a qual, segundo o mesmo, se relaciona com as inferências atribuídas através do relacionamento entre as partes comerciais e que, de acordo com o seu fim, possibilitam ou não novas interações comerciais. Em resumo, aponta para o resultado de comercializações anteriores entre as partes.

Se o resultado fora favorável, mais fácil será voltar a comprar com aquele produtor; se não, a comercialização se torna mais difícil de acontecer, seja porque o produto não foi entregue nas condições desejadas/prometidas, seja por outro motivo que não agradou ao comprador.

Tabela 7 - Normalização da Matriz de Decisão

Área/Critério	Qualidade	Custo	Confiabilidade
Peso	0,56	0,31	0,13
Preferência	Max.	Min.	Max.
A	0,23	0,31	0,25
B	0,23	0,15	0,31
C	0,18	0,08	0,25
D	0,23	0,38	0,13
E	0,14	0,08	0,06
Total	1	1	1

Fonte: Autoria própria (2022)

A Tabela 7 apresenta a Normalização da Matriz de Decisão. Os critérios de qualidade e custo se mantém iguais aos da escolha da região produtora, com ressalvas para os pesos atribuídos nessa nova análise – 9 para a qualidade e 5 para o custo, como apresentados pelo gestor. A confiabilidade foi mensurada qualitativamente (Muito baixa, Baixa, Regular, Alta e Muito Alta) – critério de maximização, e a ela atribuída o peso 2.

A Tabela 8 apresenta a Matriz de Concordância. De maneira similar, a Equação 1 também é usada nesta nova análise. As alternativas são comparadas par-a-par para cada critério e, caso a relação comparativa seja verdadeira, o peso da alternativa incrementado ao somatório. Vejamos:

$$C_{1,5} = 0,56(\text{se } 0,23 \geq 0,14) + 0,31(\text{se } 0,31 \leq 0,08) + 0,13(\text{se } 0,25 \geq 0,06)$$

$$C_{1,5} = 0,56 + 0 + 0,13$$

$$C_{1,5} = 0,69$$

A comparação entre as alternativas 1 e 5 resultou no valor de concordância igual a 0,69. O valor não foi máximo porque apenas dois dos três critérios foram verdadeiros – o segundo critério é falso nessa comparação. Vejamos a relação inversa (comparação entre 5 e 1). Ela retorna um valor de 0,31, mostrando mais uma vez que o método é compensatório ($0,69 + 0,31 = 1$).

$$C_{5,1} = 0,56(\text{se } 0,13 \geq 0,22) + 0,31(\text{se } 0,07 \leq 0,30) + 0,12(\text{se } 0,06 \geq 0,25)$$

$$C_{5,1} = 0 + 0,31 + 0$$

$$C_{5,1} = 0,31$$

Tabela 8 – Matriz de Concordância

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	-	0,56	0,69	1,00	0,69
A2	1,00	-	0,69	1,00	0,69
A3	0,44	0,31	-	0,44	1,00
A4	0,56	0,56	0,56	-	0,69
A5	0,31	0,31	0,31	0,31	-

Fonte: Autoria própria (2022)

A Matriz de Discordância da Tabela 9 é construída a partir da utilização da Equação 2, como a seguir:

$$D_{1,5} = \frac{(\text{MÁXIMO}(0,13-0,22;-0,07+0,30;0,06-0,25))}{\text{MÁXIMO}((\text{MÁXIMO}(C1)-\text{MÍNIMO}(C1));(\text{MÁXIMO}(C2)-\text{MÍNIMO}(C2));(\text{MÁXIMO}(C3)-\text{MÍNIMO}(C3)))}$$

$$D_{1,5} = \frac{(\text{MÁXIMO}(-0,09;0,23;-0,18))}{\text{MÁXIMO}((0,22-0,13;0,38-0,07;(0,31-0,06))}$$

$$D_{1,5} = \frac{0,23}{\text{MÁXIMO}((0,09;0,30;0,25))}$$

$$D_{1,5} = \frac{0,23}{0,30}$$

$$D_{1,5} = 0,75$$

Com um valor de 0,75 na discordância entre as alternativas 1 e 5 e os limiares de discordância mais baixos que esse valor, é certo que tal comparação será vetada por apresentar um valor tão alto, não havendo possibilidade de comparação entre as alternativas neste momento.

Tabela 9 – Matriz de Discordância

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	-	0,50	0,75	0,00	0,75
A2	0,00	-	0,25	0,00	0,25
A3	0,15	0,20	-	0,15	0,00
A4	0,41	0,75	1,00	-	1,00
A5	0,61	0,81	0,61	0,30	-

Fonte: Autoria própria (2022)

Após definir as matrizes de concordância e discordância, é possível construir a Matriz de Superação. Os limiares de concordância e discordância são: ($c^+ = 0,8$, $c^- = 0,6$, $d^+ = 0,4$ e $d^- = 0,3$). É necessário reafirmar que não se deve escolher valores muito altos ou muito baixos para que a análise não seja enviesada e perca o seu objetivo comparativo.

Para que a sobreclassificação seja considerada FORTE, de acordo com a Equação 4, três critérios devem ser considerados concomitantemente:

aSFB se e somente se $\{C(a,b) \geq c^+$

$D(a,b) \leq d^+$

$C(a,b) > C(b,a)$

Como demonstração, temos a comparação entre as alternativas 1 e 4:

- i. $C_{1,4} = 1$ e $c^+ = 0,8 \rightarrow C_{1,4} \geq c^+$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)
- ii. $D_{1,4} = 0$ e $d^+ = 0,4 \rightarrow D_{1,4} \leq d^+$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)
- iii. $C_{1,4} = 1$ e $C_{4,1} = 0,56 \rightarrow C_{1,4} > C_{4,1}$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)

Além disso, caso a sobreclassificação não seja FORTE, ela ainda poderá ser FRACA. De acordo com a Equação 5, os seus critérios são:

$$a \text{ é } B \text{ se e somente se } \{C(a,b) \geq c^- \\ D(a,b) \leq d^- \\ C(a,b) > C(b,a)\}$$

Analisemos a comparação entre as alternativas 2 e 5:

- i. $C_{2,5} = 0,69$ e $c^- = 0,6 \rightarrow C_{2,5} \geq c^-$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)
- ii. $C_{2,5} = 0,25$ e $d^- = 0,3 \rightarrow C_{2,5} \leq d^-$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)
- iii. $C_{2,5} = 0,69$ e $C_{5,2} = 0,31 \rightarrow C_{2,5} > C_{5,2}$ (CONDIÇÃO SATISFEITA)

Depois de feitas todas as comparações entre as alternativas e seus critérios de sobreclassificação, é possível construir a Matriz de Superação, apresentada na Tabela 10. Para uma melhor didática, tomaremos o "F" como a superação FORTE e o "f" como a FRACA. Além disso, para impossibilidade de comparação, os traços ("-"), os quais representarão veto ou comparação entre alternativas iguais.

Tabela 10 – Matriz de Superação

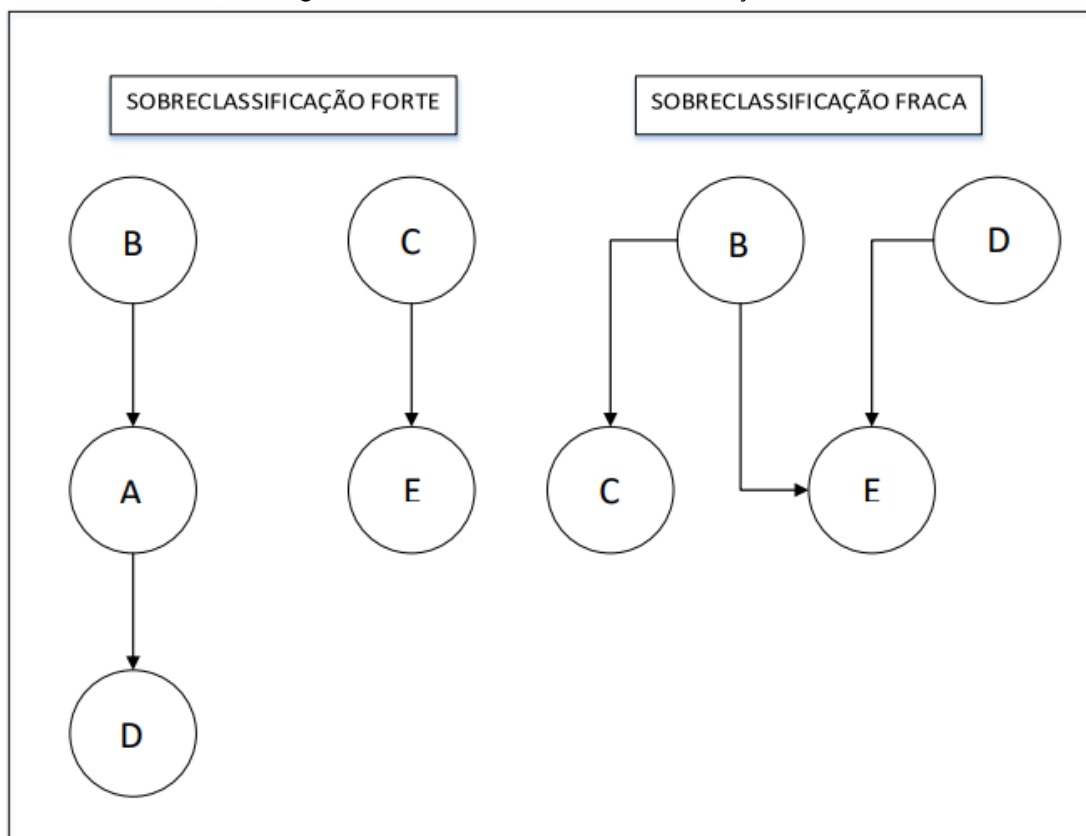
	A1	A2	A3	A4	A5
A1	-			F	
A2	F	-	f	F	f
A3			-		F
A4				-	f
A5					-

Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 2 apresenta, de modo mais didático, os resultados de sobreclassificação FORTE e FRACA entre as alternativas. Na superação FORTE, é possível identificar duas linhas paralelas, em que não se pode comparar as alternativas das diferentes estruturas.

Desse modo, não é possível determinar uma maior relevância, por exemplo, entre as alternativas 2 e 3. Por outro lado, quando se compara a superação FRACA, é possível ver que a alternativa 2 supera fracamente a 3, havendo uma hierarquia entre as duas. As outras relações que não eram evidenciadas de maneira forte foram mostradas de maneira fraca, possibilitando, assim, a construção da Tabela 11, o Ranqueamento dos Fornecedores, em ordem decrescente de superioridade.

Figura 2 – Kernel Micro de Sobreclassificação Forte e Fraca



Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 11 – Ranqueamento do Fornecedores

RANKING	ALTERNATIVAS
1º	Fornecedor B
2º	Fornecedor C
3º	Fornecedor A
4º	Fornecedor D
5º	Fornecedor E

Fonte: Autoria própria (2022)

A similaridade entre as alternativas para os dois primeiros critérios fez com que o critério confiabilidade, utilizado no ranqueamento dos fornecedores, contribuisse como um fator de desempate no ranqueamento. As alternativas A, B e C receberam as maiores percepções quanto a confiabilidade, o que contribuiu bastante, pois, identificando apenas as comparações entre as alternativas nos outros dois critérios, seus resultados seriam bastante similares. Segundo o gestor, a relação com os produtores tem grande força no momento da concretização de uma negociação, pois, por conta das grandes distâncias entre o comprador e o fornecedor, muitas variáveis não podem ser controladas, como a rastreabilidade e o processo de produção da cebola. Em virtude disso, quanto melhor a experiência em outras comercializações, mais fácil será manter tal assiduidade comercial entre as partes. O fornecedor B, por exemplo, é a que o gestor tem maior proximidade, principalmente pelo tempo interação comercial entre ambos, como mostrou o gestor.

A apresentação dos resultados referente às duas etapas da análise de comparação se mostrou bastante significativa, sendo esse método uma ferramenta com grande potencial para auxiliar o decisor em suas tomadas de decisão diárias. Vale ressaltar, é claro, que a significância deste estudo pode ser variável, com expressividades diferentes para cada análise, principalmente, por conta da alta subjetividade inerente às

predefinições dos critérios, das caracterizações qualitativas e/ou quantitativas das variáveis e do julgamento de seus pesos e importância.

Além disso, a escolha dos limiares de concordância e discordância é importante, visto a sua representatividade nas interações finais entre as alternativas (Matriz de Superação). Caso os seus valores sejam escolhidos erroneamente, como, por exemplo, com limiares de concordância bastante altos, dificilmente haverá relações verdadeiras para a sobreclassificação (o índice de concordância ser maior que o limiar de concordância e, também, maior que a relação inversa entre as alternativas) tanto para as sobreclassificações fortes quanto, principalmente, para as fracas.

Por outro lado, de maneira análoga, caso os limiares sejam relativamente medianos (limiares de concordância não tão alto e limiares de discordância não tão baixos), boa parte das relações comparativas se apresentarão como verdadeiras, fato que dificultará a análise por conta da alta similaridades entre os resultados das comparações.

De início, a partir das inferências encontradas ao final desta pesquisa, é possível identificar algumas particularidades, semelhanças e discrepâncias quando a comparamos com outros estudos. A utilização de dois métodos serviu como maneira de dar uma sequência lógica à metodologia do trabalho como um todo: a seleção da região produtora com o ELECTRE I e a ordenação dos melhores fornecedores com o ELECTRE II.

Similar ao estudo aqui apresentado, o estudo de Santos (2012) teve, também, como objetivo analisar fornecedores. Ele, no entanto, foi construído a partir da utilização do ELECTRE TRI, o qual tem como fundamento a classificação das alternativas. Nesse estudo, entretanto, cada fornecedor apresentava distintas abordagens e níveis de estruturação. Assim, diferentes possibilidades poderiam ser criadas para atingir determinado nível estratégico da empresa. A presente pesquisa tratou as regiões e o fornecedores dentro dessa região de forma homogênea, dando a eles os mesmos critérios de diferenciação.

Além do estudo de Santos (2012), a pesquisa de Louro *et al.* (2017) também buscou a utilização de ferramentas de decisão para o desenvolvimento de métricas que pudessem padronizar e melhorar a seleção de fornecedores do supermercado. Na pesquisa, eles fizeram uso da ferramenta AHP (*Analytic Hierarchy Process*), a qual apresenta análises de maneira hierárquica com critérios e subcritérios. Assim, os critérios Qualidade, Entrega e Financeiro, abordados na análise, foram destrinchados em novos subcritérios de modo a especificar minuciosamente cada característica. Ao final, a alternativa que obteve maior somatório de pontos foi escolhida como o melhor fornecedor.

Outro estudo importante quanto à posição de uma seleção de fornecedores estruturada como parte vital de um processo organizacional foi mostrado por Schramm, Silva e Morais (2009). Em seus resultados, elaborados a partir da utilização do Promethee II, foi possível identificar a necessidade de outras variáveis que não sejam apenas custo e qualidade, diretamente ligadas à execução de seus projetos de engenharia, como relacionamento com fornecedores e demais parceiros.

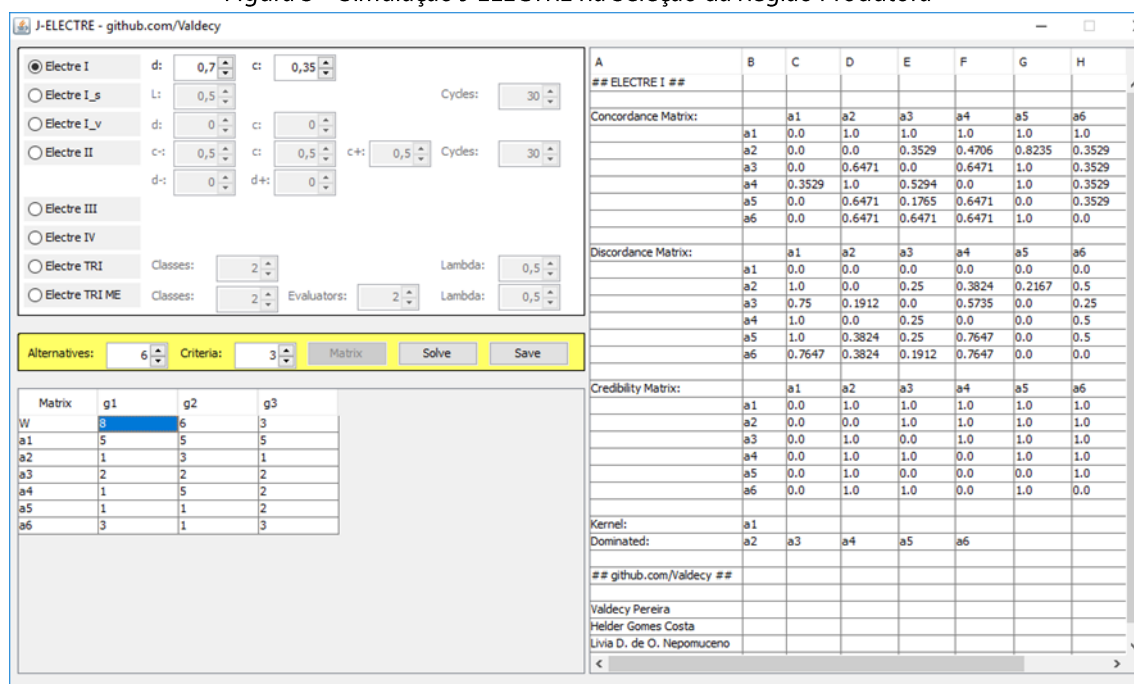
A presença de ferramentas de decisão nas empresas, como mostram os estudos de Santos (2012), Louro *et al.* (2017) e Schramm, Silva e Morais (2009), tem se mostrado de maneira eficaz na melhoria de processos e redução de custos. Alguns estudos recentes, no entanto, ainda não apresentam independência suficiente para trabalhar apenas com ferramentas multicritério, havendo a necessidade de considerar outras variáveis inerentes à problemática considerada.

O estudo de Silva (2016), por exemplo, por se tratar de uma análise de fornecedores do ramo farmacêutico, em suas conclusões, afirma que a escolha de seus parceiros é levantada é restringida, geralmente, devido à legislação dos órgãos vigentes. Assim, uma empresa que almeja ter uma razoável quantidade de clientes e produtos deve considerar, além das características inerentes a esses, a compatibilidades das legislações, os órgãos fiscalizadores, entre outras condicionantes que podem surgir principalmente quando o comércio é internacional (fato corriqueiro no comércio de medicamentos).

Outra maneira de validar o presente estudo é comparando-o com ferramentas computacionais analíticas, como o software J-ELECTRE (PEREIRA; COSTA; NEPOMUCENO, 2017), que apresenta possibilidades de simulação de análises multicritério para toda a família ELECTRE. Inicialmente, inserindo as alternativas, pesos, critérios e limiares necessários à aplicação do ELECTRE I para a seleção da região produtora no software, foi possível identificar os mesmos resultados apresentados pelo presente estudo, como mostra a Figura 3.

Tanto na atual pesquisa quanto nos resultados apresentados pelo software, foi possível identificar a região de Irecê como atual melhor possibilidade para a comercialização da empresa.

Figura 3 – Simulação J-ELECTRE na Seleção da Região Produtora

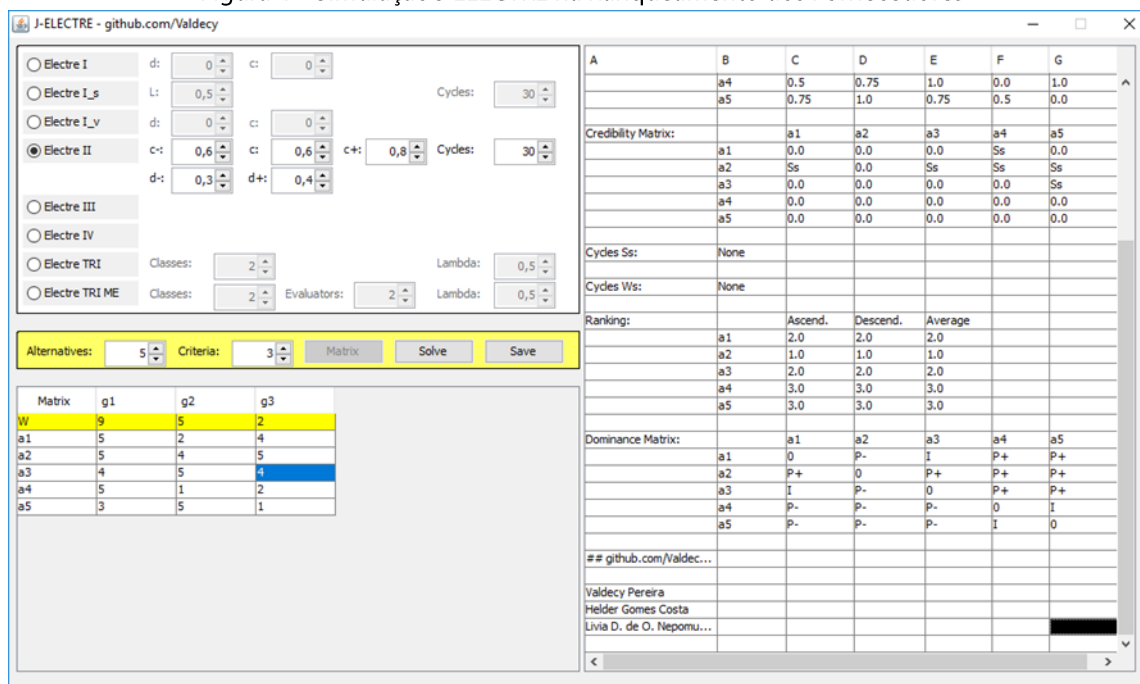


Fonte: Pereira, Costa e Nepomuceno (2017)

Posteriormente, comparando a aplicação da análise para o ranqueamento dos fornecedores da região de Irecê, também é possível simulá-la no J-ELECTRE. Neste momento, deve-se visualizar que, no software de Pereira, Costa e Nepomuceno (2017), cinco limiares estão sendo trabalhados para a análise de sobreclassificação ao final das comparações par-a-par (c^- , c , c^+ , d^- e d^+), como mostra a Figura 4. No entanto, na presente pesquisa, de acordo com Belton e Stewart (2002), apenas quatro limiares são apresentados (c^- , c^+ , d^- e d^+). Apesar dessa diferença quanto ao número de limiares e, conseqüentemente, ao modo como suas análises serão tratadas, a ordenação dos fornecedores se mostrou similar àquela apresentada no atual estudo, com o Fornecedor B em primeiro lugar, seguido pelos fornecedores C e A.

Como resultado maior inerente ao estudo, a perspectiva de propor diferentes análises na escolha ou ranqueamento de alternativas pode melhorar toda uma gestão de custos, qualidade e relacionamento através de uma estruturada tomada de decisão. A proposição aplicada neste estudo foi direcionada para uma empresa que comercializa cebola no mercado do produtor; no entanto, as definições e referências apresentadas durante a abordagem do referencial teórico e do estudo de caso podem ser consideradas nos mais diversos ambientes e contextos organizacionais, seja para escolha com fins comerciais, seja para decisões do dia a dia, bastando apenas uma correta estruturação das necessidades e dados pertinente à construção da análise objetivada.

Figura 4 – Simulação J-ELECTRE na Ranqueamento dos Fornecedores



Fonte: Pereira, Costa e Nepomuceno (2017)

Uma das principais contribuições desse trabalho está na oferta de informações e metodologias de seleção de fornecedores direcionadas ao mercado local da região do Vale do São Francisco. Logo, esta pesquisa pode servir de base para que outras empresas possam replicá-la e adaptá-la às necessidades de métodos quantitativos de auxílio à tomada de decisão.

5 CONCLUSÕES

Por se tratar de duas análises diferentes, a escolha dos métodos ELECTRE I e ELECTRE II respeitou a necessidade de escolha e ordenação das melhores regiões e opções, respectivamente, para o fornecimento de cebola branca para a empresa do Mercado do Produtor.

Com isso, respeitando as particularidades das problemática e as considerações acerca da escolha dos critérios, variáveis e qualidades de cada alternativa, a análise foi construída e chegou-se a um resultado que poderá ser replicado tanto pelo gestor da organização quanto por outra empresa do mesmo segmento ou de outro qualquer, bastando apenas que sejam modificados os critérios e alternativas desejadas.

Devido às características da problemática apresentada, a presença assídua do gestor da organização, o qual tem como função a definição das estratégias e tomadas de decisão, se mostrou vital para o processo de construção do estudo. Isso se justifica porque, a partir das inferências do gestor, os critérios puderam ser definidos, mensurados entre si e quantificados para cada alternativas apresentada na análise, desde a primeira etapa, com as regiões produtoras, até a posterior, com o ranqueamento dos fornecedores da região anteriormente escolhida.

Assim, de acordo com o grau de entendimento do negócio por parte do tomador de decisão, a mesma proporção de criticidade e riqueza implicará aos resultados finais do estudo. Sugere-se para trabalhos futuros a introdução de um aplicativo baseado na metodologia dos métodos ELECTRE I e ELECTRE II, o qual apresente a possibilidade de introdução de critérios e alternativas variadas, de acordo com os objetivos do tomador de decisão, para diversas problemáticas que possam surgir na organização.

Outra possibilidade para pesquisas posteriores, apresentada no estudo de Santos (2012), é a presença de um grupo de pessoas como decisores para as análises abordadas no decorrer do processo de mensuração e caracterização do estudo. Tal fator poderá somar percepções variadas dos envolvidos direta ou indiretamente na organização. Apesar de a decisão em grupo não ser o modelo de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- BASNET, Chuda; WEINTRAUB, Andres. A genetic algorithm for a bicriteria supplier selection problem. **International Transactions in Operational Research**, v. 16, n. 2, p. 173-187, 2009.
- CAMARGO FILHO, WP de; ALVES, Humberto Sebastião. Produção de cebola no Mercosul: aspectos tecnológicos e integração de mercado no Brasil e na Argentina. **Informações Econômicas**, v. 35, p. 7-17, 2005.
- CAMPOS, Vanessa Ribeiro. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. 2011. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CHAI, Junyi; LIU, James NK; NGAI, Eric WT. 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.
- CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada-supply chain**. São Paulo: Editora Atlas SA, 2000.
- FERNANDES, Ciro Henrique de Araújo *et al.* Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 11, p. 01-19, 2021.
- FREITAS, Elis Magalhães; RUPOLO, Merlise; OLIVEIRA, Brigitte Renata Bezerra. Processo de internacionalização de uma empresa do Vale do São Francisco: Influência dos agentes externos e das escolhas gerenciais. **Revista Organicom**, São Paulo, v. 11, n. 21, p. 144-163, jan./abr. 2014.
- HA, Byoung-Chun; PARK, Yang-Kyu; CHO, Sungbin. Suppliers' affective trust and trust in competency in buyers: Its effect on collaboration and logistics efficiency. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 31, n. 1, p. 56-77, 2011.
- HA, Sung H.; KRISHNAN, Ramayya. A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. **Expert Systems with Applications**, v. 34, n. 2, p. 1303-1311, 2008.
- HO, William; XU, Xiaowei; DEI, 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.
- JÚNIOR, Alvaro Luiz Neuenfeldt. Modelagem multicritério para a mensuração do desempenho de fornecedores para indústrias de base tecnológica. **Blucher Marine Engineering Proceedings**, v. 1, n. 1, p. 71-82, 2014.
- KONG, Feng; ZHANG, Zhiguang; LIU, Ying. Selection of suppliers based on fuzzy multicriteria decision making. *In: FUZZY SYSTEMS AND KNOWLEDGE DISCOVERY (FSKD)*, Shandong, 2008. **Proceedings** [...]. Washington, DC: IEEE, 2008. p. 198-202.
- KRAUSE, Daniel R.; PAGELL, Mark; CURKOVIC, Sime. Toward a measure of competitive priorities for purchasing. **Journal of operations management**, v. 19, n. 4, p. 497-512, 2001.
- LIMA, Maria. **Modelo de priorização de projetos de automação em uma empresa de saneamento**. 2011. 62 p. Dissertação (Mestrado em Pesquisa Operacional) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- LOURO, Arthur Mynssen *et al.* Escolha interativa no processo de seleção de fornecedores: uma abordagem por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP). **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 3, n. 2, p. 57-68, 2017.
- MACHADO, Wendell Ramon Barbosa; SANTOS, Pedro Vieira Souza. Mensuração da capacidade do processo de beneficiamento de uva de mesa em um packing house: estudo de caso em uma empresa no Vale do São Francisco. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, p. 01-15, 2020.

PEREIRA, Valdecy; COSTA, H. G.; NEPOMUCENO, L. D. O. **J-Electre-v1.0**. 2017.

Disponível em: <https://sourceforge.net/projects/j-electre/files/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

PITCHIPOO, Pandian; VENKUMAR, Ponnusamy; RAJAKARUNAKARAN, Sivaprakasam. Development of fuzzy expert system for supplier evaluation and selection. *In: ADVANCES IN ENGINEERING, SCIENCE AND MANAGEMENT (ICAESM)*, Nagapattinam, Tamil Nadu, India, 2012. **Proceedings** [...]. Washington, DC: IEEE, 2012. p. 1-6.

RAMANATHAN, Ramakrishnan. Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. **Supply Chain Management: an international journal**, v. 12, n. 4, p. 258-261, 2007.

RODRIGUEZ, Dey Salvador Sanchez; COSTA, Helder Gomes; DO CARMO, LFRRS. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013.

ROGERS, Martin Gerard.; BRUEN, Michael; MAYSTRE, Lucien-Yves. ELECTRE and Decision Support: Methods and applications in Engineering and Infrastructure Investment. **Journal-operational Research Society**, v. 53, n. 12, p. 1396-1396, 2002.

ROY, Bernard. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAEN, Reza. Farzipoor. A new mathematical approach for supplies selection: accounting for non-homogeneity is important. **Applied Mathematics and Computation**, v. 185, p. 84-95, 2007.

SANTOS, Patrícia Guarnieri dos. **Modelo de apoio à decisão multicritério para classificação de fornecedores em níveis de colaboração no gerenciamento da cadeia de suprimentos utilizando o método ELECTRE TRI**. 2012. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SANTOS, P. V. S.; SILVA, E. C. da. Gestão estratégica da qualidade aplicada à redução de devoluções. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 30-48, 2019.

SANTOS, P. V. S. A introdução de tecnologias a favor da eficiência em operações logísticas: um estudo de caso no setor de serviços. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 55-68, 2019.

SANTOS, P. V. S. Aplicação do overall equipment effectiveness no sistema produtivo de uma vinícola. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, p. 01-14, 2020.

SCHRAMM, F. M.; SILVA, V. B. S. S.; MORAIS, D. C. Uso de análise multicritério na seleção de fornecedores: aplicação na indústria da construção civil. *In: SBPO: PESQUISA OPERACIONAL NA GESTÃO DO CONHECIMENTO*. 41.; 2009, Porto Seguro. **Anais** [...]. Porto Seguro: [s.n], 2009. [não paginado].

SILVA, Ana Cristina Castro. **Modelo de Avaliação Multicritério para Gestão Organizacional, aplicado ao Polo Exportador de frutas do Vale do São Francisco**. 2016. Tese (Doutorado) — Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2016.

SOUZA, Elaine. P. M.; CARMO, Breno. B. T. D. Avaliação de fornecedores de chapa de aço em uma empresa de implementos rodoviários baseada na abordagem multicritério: um estudo de caso. **Produção**, v. 25, n.3, p. 611-625, 2015.

STEWART, Theodor.; BELTON, Valerie. **Multiple Criteria Decision Analysis: an integrated approach**. Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers, 2002.

VINCKE, Philippe. **Multicriteria decision-aid**. Bruxelles: John Wiley & Sons, 1992.

ZOPOUNIDIS, Constantine; PARDALOS, Panos M. (Ed.). **Handbook of multicriteria analysis**. Berlin: Springer Science & Business Media, 2010.