



Rivar

REVISTA IBEROAMERICANA DE
VITICULTURA, AGROINDUSTRIA
Y RURALIDAD

Editada por el Instituto
de Estudios Avanzados de la
Universidad de Santiago de Chile

PRIORIZAÇÃO DE FORNECEDORES DE UVA DE MESA EM SISTEMA DE CONSIGNAÇÃO



*Priorización de proveedores de
uva de mesa en sistema de consignación*

*Prioritization of Table Grape
Suppliers in Consignment System*

Pablo Vinicius Dias dos Santos

Universidade do Vale do São Francisco
Juazeiro, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-1542-6613>
pablo.vinicius@discente.univasf.edu.br

Thiago Magalhães Amaral

Universidade do Vale do São Francisco
Juazeiro, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-3642-5054>
thiago.magalhaes@univasf.edu.br

Vol. 12, Nº 35, 252-267, abril de 2025

ISSN 0719-4994

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.35588/s0sgnz98>

Recibido

8 de julio de 2024

Aceptado

17 de diciembre de 2024

Publicado

4 de abril 2025

Cómo citar

Dias dos Santos, P.V. y Magalhães Amaral, T. (2025). Priorização de fornecedores de uva de mesa em sistema de consignação *RIVAR*, 12(35), 252-267.

<https://doi.org/10.35588/s0sgnz98>

ABSTRACT

The production of table grapes in Brazil, especially in the São Francisco Valley, is an activity of great economic importance. In this region, many companies focus on marketing fresh grapes either at a fixed price or on consignment. It was found that the company, the subject of this study, could not supply all its internal and external customers with its own production, requiring the acquisition of fruits from third parties, mainly through fixed price purchases and consignment. Therefore, this study proposes prioritizing suppliers for consignment purchase partnerships using the PROMETHEE II method, which considers qualitative and quantitative criteria in a non-compensatory approach. This study considered one decision-maker, thirty suppliers as alternatives, and five criteria. The data were initially tabulated in Excel and then processed in Visual Promethee. The top-ranked alternatives were A_2 and A_7 , while A_{30} and A_{25} were ranked last. The sensitivity of the criteria was evaluated, highlighting C1 as the most sensitive and C4 as the least sensitive. The results of this research were integrated into the company's strategic planning. The study concludes that PROMETHEE II was effective in ranking the suppliers. Finally, it is recommended to study more the criteria and apply other methods in different agricultural contexts for future studies.

KEYWORDS

Agroindustry, decision making, suppliers, fruit.

RESUMO

A produção de uvas de mesa no Brasil, especialmente no Vale do São Francisco, é uma atividade de grande importância econômica. Nesta região, muitas empresas focam na comercialização de uvas *in natura* através de preço fechado ou consignação. Constatou-se que a empresa, objeto deste estudo, não conseguia suprir todos seus clientes internos e externos com produção própria, necessitando comprar frutos de terceiros, principalmente através de compra a preço fechado e consignação. Assim, o estudo propõe priorizar fornecedores para parcerias de compra em consignação usando o método PROMETHEE II, que considera critérios qualitativos e quantitativos numa abordagem não compensatória. Este trabalho levou em consideração um decisor, trinta fornecedores como alternativas e cinco critérios. Os dados foram tabulados inicialmente no Excel, e, em seguida, processados no Visual Promethee. As alternativas melhor classificadas foram A_2 e A_7 , enquanto A_{30} e A_{25} ficaram nas últimas posições. A sensibilidade dos critérios foi avaliada, destacando C1 como o mais sensível e C4 como o menos sensível. Os resultados desta pesquisa foram integrados ao planejamento estratégico da empresa. Conclui-se que o PROMETHEE II foi eficaz no ordenamento dos fornecedores. Por fim, recomenda-se aprofundar nos critérios e aplicar outros métodos em diferentes culturas agrícolas para estudos futuros.

PALAVRAS-CHAVE

Agroindústria, tomada de decisão, fornecedores, fruta.

RESUMEN

La producción de uvas de mesa en Brasil, especialmente en el Valle de São Francisco, es una actividad de gran importancia económica. En esta región, muchas empresas se enfocan en la comercialización de uvas *in natura* a través de precio cerrado o consignación. Se observó que la empresa objeto de este estudio no lograba satisfacer a todos sus clientes internos y externos con su propia producción, necesitando comprar frutos de terceros, principalmente a través de compra a precio cerrado y consignación. De esta forma, el trabajo propone priorizar proveedores para asociaciones de compra en consignación utilizando el método PROMETHEE II, que considera criterios cualitativos y cuantitativos en un enfoque no compensatorio. Este trabajo tomó en cuenta un decisor, treinta proveedores como alternativas y cinco criterios. Los datos fueron tabulados inicialmente en Excel y, posteriormente, procesados en Visual Promethee. Las alternativas mejor clasificadas fueron A_2 y A_7 , mientras que A_{30} y A_{25} ocuparon las últimas posiciones. Se evaluó la sensibilidad de los criterios, destacando C1 como el más sensible y C4 como el menos sensible. Los resultados de esta investigación se integraron en la planificación estratégica de la empresa. Se concluye que PROMETHEE II fue eficaz en la clasificación de los proveedores. Finalmente, se recomienda profundizar en los criterios y aplicar otros métodos en diferentes cultivos agrícolas para futuros estudios.

PALABRAS CLAVE

Agroindustria, toma de decisiones, proveedores, fruta.

Introdução

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2024), a produção de uvas é da ordem de 1,5 milhões de toneladas/ano, onde aproximadamente 50% são destinadas para a elaboração de vinhos, sucos e outros derivados e 50% comercializadas como uvas de mesa. Em 2021, a produção de uvas de mesa gerou um faturamento de mais de 170 milhões de dólares em virtude do mercado externo, com Petrolina sendo responsável por 42% dessa produção nacional. A região do Vale do São Francisco contribui com 95% das exportações de uvas de mesa e 30% das exportações totais de frutas do Brasil (Embrapa, 2021; Sebrae, 2022).

Nesta região, muitas empresas focam na viticultura, principalmente na comercialização de uvas *in natura*. Entretanto, quando a produção própria dessas empresas não é suficiente para atender aos mercados internos e externos, elas compram de produtores menores. Essas transações ocorrem principalmente por meio de preço fechado ou consignação. O sistema de preço fechado envolve um acordo de preço fixo para um determinado volume, enquanto a consignação é definida como “uma operação na qual um estabelecimento (consignante) envia mercadorias a outro (consignatário), a fim de que as negocie, devendo o estabelecimento recebedor da mercadoria, posteriormente prestar contas das mercadorias vendidas” (Sefaz, 2017).

Embora o sistema de preço fechado seja predominante, o uso da consignação tem aumentado, pois compartilha o risco entre fornecedor e comprador (Marchi et al., 2021). No sistema de consignação na agricultura, o consignante mantém a propriedade legal do estoque, e o consignatário tem a posse física para movimentação, armazenagem, venda e distribuição. Além disso, o consignante recebe o pagamento conforme as vendas são realizadas pelo consignatário, que deve realizar pagamentos regulares e apresentar relatórios de vendas (Sardar, et al., 2021).

Zahran et al. (2016) afirmam que a consignação é um método de redução dos custos da cadeia de suprimento e dos riscos das opções de estocagem para os compradores em consignação. Bányai et al. (2017) destacam que o estoque em consignação é também uma vantagem para o fornecedor, visto que ele usará a capacidade de armazenamento e manutenção de estoque do comprador. Neste sentido, Sarkar et al. (2018) conceituam a consignação como um sistema em que um fornecedor disponibiliza seus produtos a um comerciante ou varejista que terá o direito de comercializar esta mercadoria, enquanto o direito físico sobre este estoque ainda é do fornecedor. Adicionalmente, Sardar et al. (2021) afirmam que o consignante receberá o pagamento referente à mercadoria à medida que ocorra a expedição/venda do estoque do produto em posse do consignatário, que deverá regularmente realizar pagamentos e apresentar relatórios de resultado das vendas.

Para Bányai et al. (2017), o projeto e a operação do estoque em consignação ou cadeias de suprimentos baseadas em depósitos em consignação incluem muitos problemas: localização da instalação, roteamento, programação, orçamento, problema de transporte, otimização de estoque, designação e problemas de filas. Além desses problemas, outro é comumente encontrado em empresas que adotam esta prática na agricultura: a seleção de fornecedores considerando múltiplos critérios (Souza Júnior et al., 2022).

Para que as empresas intermediárias usem o sistema de consignação na agricultura, vários fatores qualitativos e quantitativos devem ser considerados na escolha e manutenção de parceiros. A falta de um processo estruturado para a seleção de fornecedores pode levar a problemas como falta de produto e baixa qualidade, resultando em diminuição do faturamento e insatisfação dos clientes. A aplicação da Análise de Decisão Multicritério ou *Multicriteria Decision Analysis* (MCDA) pode mitigar os riscos na escolha de parceiros comerciais, pois resolve problemas com múltiplos critérios e alternativas (Cinelli et al., 2020). As técnicas de MCDA incorporam as preferências dos envolvidos no processo decisório, conferindo vantagem competitiva para a organização (Miranda et al, 2024; Rodrigues et al., 2024).

Existem diversos estudos recentes que abordam as aplicações do MCDA na agricultura e agroindústria. Entre esses estudos, destacam-se os trabalhos de: Lessa et al. (2024), que utilizaram o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE) II para a escolha de genótipos de videiras brasileiras; Melo et al. (2023), que aplicaram o FITRADEOFF para a escolha de variedades de uvas para um produtor rural. Por fim, no Vale do São Francisco, destacam-se os trabalhos de Souza Júnior et al. (2022), que usaram a MCDA para a escolha de fornecedores de cebola, e Santos et al. (2023), que aplicaram o método PROMETHEE II para a escolha de variedades de Pitaya.

Neste sentido, ainda que exista uma diversidade de estudos de MCDA relacionados à seleção e/ou ranqueamento de fornecedores, há uma inexistência de aplicações na área de seleção de fornecedores em sistema de consignação. Constatou-se que a empresa, objeto deste estudo, não conseguia suprir todos seus clientes internos e externos com produção própria, necessitando comprar frutos de terceiros, principalmente através de compra a preço fechado e consignação. Objetiva-se, portanto, com este trabalho priorizar fornecedores de uvas de mesa para comercialização em sistema de consignação em uma empresa exportadora de frutas do Vale do São Francisco através do método PROMETHEE II.

Esta pesquisa está dividida em cinco seções: a primeira mostrou a introdução com o contexto, problema, objetivo e justificativas resumidos, enquanto a segunda apresentará a fundamentação teórica, destacando a consignação, os métodos MCDA e as suas aplicações no agronegócio. A terceira exibirá a metodologia, seguida da seção dos resultados e discussões e, por última, a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

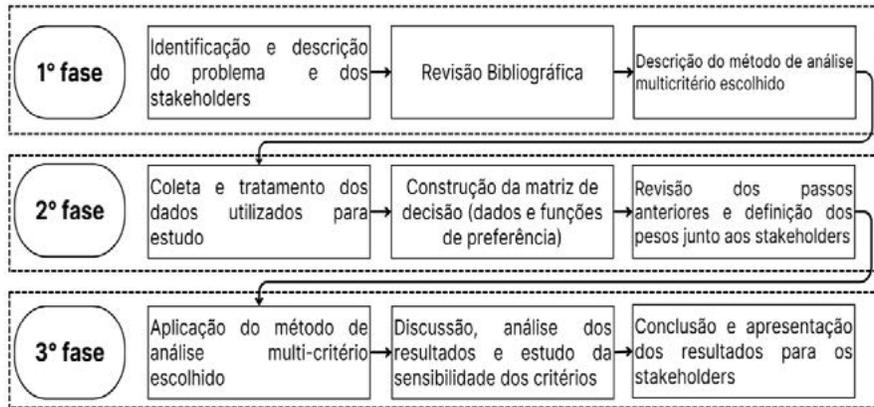
Metodologia

Esta pesquisa adota uma abordagem de métodos mistos, integrando fases qualitativas e quantitativas para fortalecer sua estrutura. Além disso, é exploratória, focando na compreensão de problemas pouco estruturados na literatura e descritiva, por detalhar um processo decisório. Dessa forma, este estudo é caracterizado como qualiquantitativo, visto a natureza dos critérios pré-estabelecidos. Também é classificada como pesquisa aplicada, por ser conduzida em um contexto real e prático. Por fim, é considerada como um caso de estudo, por ser aplicada em uma única empresa e a um único decisor.

A empresa, onde foi realizado este estudo, compra a uva de produtores menores, necessitando assim analisar seus fornecedores através de multicritérios que permitam um ranqueamento final. Dessa forma, o método PROMETHEE II é indicado para ordenar alternativas através da análise de sobreclassificação entre elas, uma vez que se destaca por

sua facilidade de uso, clareza para os decisores, estabilidade e capacidade matemática. O estudo foi dividido em três fases que foram subdivididas em atividades conforme descritas na Figura 1.

Figura 1. Fases da pesquisa
Figure 1. Research phases



Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

A primeira fase foi dedicada à identificação e descrição do problema e dos *stakeholders*, à revisão bibliográfica e a escolha do método adequado ao problema de natureza não compensatória. Na segunda fase, foi realizada toda a coleta de dados por meio do sistema ERP da empresa. Os dados foram tratados no software Excel para a construção da matriz de decisão e levantamento das funções de preferência de cada critério. A matriz de decisão foi avaliada, assim como foram obtidos os pesos dos critérios junto ao decisor através de entrevista. Em relação aos pesos, o decisor usou o peso relativo, sendo o somatório igual a 1 após a normalização. Na terceira fase do estudo, foi aplicado o método PROMETHEE II através do software Visual Promethee na versão acadêmica. Os resultados foram discutidos para se chegar a conclusões. Os resultados da pesquisa foram, por último, apresentados aos *stakeholders* da empresa.

Segundo Morfoulaki e Papathanasiou (2021), o método PROMETHEE II é aplicado três etapas principais. A primeira etapa é o cálculo das funções de preferência para cada par ordenado (alternativa x critério) estabelecido na matriz agregada de decisão. Para cada critério j , é definida uma função de preferência P_j , a qual poderá assumir valores entre 0 e 1. Como descrito por Vincke (1992), esta função P_j é uma função relacionada à dinâmica de como os *stakeholders* se comportam em relação às diferenças de performance entre as alternativas para um dado critério $F_j(a, b) = [g_j(a) - g_j(b)]$, onde $g_j(a)$ representa a performance da alternativa a no critério j e valendo-se da mesma lógica para $g_j(b)$. As funções de preferência estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Funções de Preferência do PROMETHEE
 Table 1. PROMETHEE Preference Functions

Tipo	Equação	Parâmetros	Gráfico
Usual	$p(x) = \begin{cases} 0, & \forall a \leq 0; \\ 1, & \forall a > 0; \end{cases}$	-	
U-Shape	$p(x) = \begin{cases} 0, & a \leq q; \\ 1, & a > q; \end{cases}$	q	
V-shape	$p(x) = \begin{cases} a/p, & a \leq p; \\ 1, & a > p; \end{cases}$	p	
Level	$p(x) = \begin{cases} 0, & a \leq p \\ 1/2, & q < a \leq p \\ 1, & a > p \end{cases}$	q p	
Linear	$p(x) = \begin{cases} 0, & a \leq q \\ \frac{a-q}{p-q}, & p \leq a \leq p \\ 1, & a > p \end{cases}$	q p	
Gaussian	$p(x) = \begin{cases} 0, & a \leq 0; \\ 1 - e^{\frac{-a^2}{2\sigma^2}}, & a > 0; \end{cases}$	a σ	

Fonte: adaptado de Brans e Vincke (1985). Source: adapted from Brans and Vincke (1985).

Onde, p é a representação do limite abaixo do qual a diferença entre os valores de desempenho de duas alternativas é considerada insignificante, enquanto q representa o limite acima do qual a diferença entre os valores de desempenho de duas alternativas é considerada suficientemente grande para estabelecer uma preferência estrita.

Depois da definição das funções de preferências e os pesos associados, é calculado o índice de preferência para cada par de alternativas, por meio do somatório das intensidades de preferências, obtidas pelo produto dos pesos pelas funções, conforme as Equações 1 e 2 a seguir (Brans e Vincke, 1985; Morfoulaki e Papathanasiou, 2021; Lessa et al., 2024):

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b). \quad (\text{Eq. 1})$$

onde, $w = \sum_{j=1}^n w_j$.

$$\pi(b, a) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(b, a). \quad (\text{Eq. 2})$$

onde, $w = \sum_{j=1}^n w_j$.

$\pi(a, b)$ expressa o índice de preferência de a em relação a b . Da mesma forma para $\pi(b, a)$.

Para cada alternativa, são obtidos os fluxos de saída φ^+ e de entrada $\varphi^- (a)$, utilizando as Equações 3 e 4. Onde $\varphi^+ (a)$ expressa o fluxo de saída e exibe a média de todos os graus de sobreclassificação de sobre as demais alternativas; $\varphi^- (a)$ representa o fluxo de entrada e mostra a média de todos os graus de sobreclassificação que as demais alternativas possuem sobre a .

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{a \neq b} P(a, b) \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{a \neq b} P(b, a) \quad (\text{Eq. 4})$$

As alternativas ideais apresentarão φ^+ maior que as demais bem como apresentaram menor φ^- , ou seja, foram menos sobreclassificadas e sobreclassificaram mais as demais alternativas. A análise de um cenário global utiliza os fluxos líquidos de uma alternativa, que foram obtidos por meio da diferença dos fluxos negativos e dos fluxos positivos, através da Equação 5:

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (\text{Eq. 5})$$

Logo, o método PROMETHEE II proporciona ao decisor uma ordenação completa, criando um ranking das alternativas em ordem decrescente empregando um fluxo líquido das alternativas (Brans e Mareschal, 2005; Cinelli et al., 2020).

Este trabalho levou em consideração um decisor (diretor comercial), sendo ele o responsável pelos setores de captação de frutas e vendas. A definição do conjunto das alternativas considerou o volume mínimo de fornecimento de 45 toneladas no período de 2024 e o primeiro trimestre de 2023, sendo o conjunto limitado aos trinta maiores fornecedores de uvas. Estes produtores foram ordenados e representados por A_n (onde n representa o nome do fornecedor), ou seja, a representação dos fornecedores foi de A_1 até A_{30} . Adicionalmente, os nomes dos fornecedores foram mantidos em sigilo por questões de confidencialidade.

Os pesos dos critérios foram definidos de acordo o ponto de vista do decisor, sendo eles: Fidelidade (C_1), Volume (C_2), Qualidade (C_3), Percentual consignado (C_4) e Acessibilidade geográfica (C_5). A seguir será explorada a natureza dos critérios escolhidos para o estudo:

I. Fidelidade (C_1). A fidelidade de um fornecedor envolve manter um relacionamento confiável e consistente, com as entregas sendo realizadas pontualmente, com comunicação clara e adaptação às necessidades da empresa. Este é um critério subjetivo e foi quantificado através da experiência das relações diárias de negociação com cada um dos fornecedores. A subjetividade do critério foi convertida através da escala Likert. Esta escala foi usada para medir a subjetividade do decisor, que atribuiu uma pontuação de acordo com

seu nível de concordância, seguindo uma escala ordinal, que neste caso foi de 1 a 5. Esses números foram representados com graduações: 1 - Discordo totalmente; 2 - Discordo; 3 - Neutro; 4 - Concordo; e 5 - Concordo totalmente. A conversão para essa escala foi feita atribuindo valores numéricos às respostas qualitativas, permitindo a análise através do método PROMETHEE II. A polaridade do critério Fidelidade foi de maximização. A função de preferência escolhida foi a usual.

II. Volume (C₂). O critério de volume, medido em toneladas, resume a quantidade uvas fornecidas no ano de 2023 e no primeiro trimestre de 2024. A polaridade deste critério foi de maximização, e utilizou-se a função de preferência usual.

III. Qualidade (C₃). Em conjunto com o critério de volume em toneladas, o padrão de qualidade das frutas fornecidas é de extrema importância para uma empresa que comercializa seus produtos com marcas específicas e classificações de qualidade. Fornecedores que oferecem uvas com maior padrão de qualidade proporcionam ganhos superiores. A empresa trabalha com três principais padrões de qualidade: exportação, categoria 1 e categoria 2. Para consolidar o volume fornecido por padrão de qualidade em um único número, foi calculada uma pontuação, representada pelo somatório da multiplicação dos volumes em toneladas por padrão de qualidade pelos pesos indicados pelo decisor (0,5, 0,3 e 0,2): $Q = exp * 0,5 + cat1 * 0,3 + cat2 * 0,2$. A polaridade desse critério é de maximização e sua função de preferência foi a usual.

IV. Percentual consignado (C₄). O critério C₄ refere-se ao percentual de volume fornecido na modalidade consignada em relação ao volume total. A polaridade deste critério é de maximização, utilizou-se a função de preferência usual.

V. Acessibilidade geográfica (C₅). A acessibilidade geográfica entre fornecedor e a empresa é crucial para a eficiência logística, reduzindo custos de transporte e prazos de entrega. Este critério é subjetivo, pois considera não apenas a distância efetiva, mas também o grau de acessibilidade ao fornecedor. A função de preferência utilizada foi a linear, com p=1 e q=2, e sua polaridade foi de maximização. Assim como no critério C₁, a escala Likert de cinco pontos foi utilizada para converter a subjetividade da opinião do decisor em um valor numérico.

A Tabela 2 mostra a Matriz dos Critérios com os respectivos pesos, polaridade, função e parâmetros.

Tabela 2. Matriz dos Critérios

Table 2. Criteria Matrix

Critérios	Peso	Polaridade	Função	Parâmetros
C ₁	10	MÁX	Usual	-
C ₂	9	MÁX	Usual	-
C ₃	10	MÁX	Usual	-
C ₄	6	MÁX	Usual	-
C ₅	5	MÁX	Linear	p=1 q=2

Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

Resultados e discussão

A Matriz de Decisão está apresentada na Tabela 3. Esta matriz é um componente crucial do método PROMETHEE, pois organiza de maneira estruturada todas as alternativas e os critérios correspondentes, ela fornece a base necessária para comparar as alternativas sob cada critério, permitindo uma análise sistemática e objetiva.

Tabela 3. Matriz de decisão
Table 3. Decision matrix

Alternativa/critérios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Pesos	0,25	0,225	0,25	0,15	0,125
A ₁	5	423,07	138,11	52%	3
A ₂	5	392,19	138,03	39%	5
A ₃	2	287,58	91,87	5%	4
A ₄	2	243,89	72,65	20%	2
A ₅	5	224,31	72,10	0%	5
A ₆	5	206,23	53,52	0%	2
A ₇	4	203,14	83,78	4%	4
A ₈	5	200,59	48,76	0%	4
A ₉	4	181,27	40,87	0%	3
A ₁₀	5	158,24	38,39	0%	5
A ₁₁	3	123,47	34,04	45%	5
A ₁₂	2	116,70	41,85	0%	3
A ₁₃	5	115,50	32,18	0%	5
A ₁₄	5	108,63	26,67	53%	5
A ₁₅	4	108,11	27,85	76%	2
A ₁₆	5	96,53	22,15	0%	2
A ₁₇	2	93,70	19,33	0%	3
A ₁₈	5	83,73	18,61	7%	3
A ₁₉	4	72,80	16,48	0%	2
A ₂₀	2	66,65	16,07	5%	5
A ₂₁	3	65,32	17,27	0%	3
A ₂₂	3	62,19	21,48	27%	5
A ₂₃	1	61,94	14,74	0%	4
A ₂₄	4	61,87	17,33	12%	5
A ₂₅	1	61,53	15,97	0%	3
A ₂₆	4	57,76	11,55	0%	4
A ₂₇	1	55,65	25,36	2%	5
A ₂₈	4	53,84	13,64	0%	5
A ₂₉	1	51,42	13,90	16%	5
A ₃₀	1	47,89	10,51	100%	2

Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas dos critérios e resume os valores mínimos, máximos, médio e o desvio padrão fornecendo uma visão geral e mostrando as melhores e piores alternativas em cada critério. Os valores mínimos e máximos indicam a amplitude de desempenho das alternativas em cada critério, enquanto os valores médios fornecem uma medida central que ajuda a entender o desempenho geral.

Tabela 4. Estatísticas descritivas dos critérios
Table 4. Descriptive statistics of the criteria

Critério	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
C ₁	3,40	1,00	5,00	1,5
C ₂	136,19	47,89	423,07	97,50
C ₃	39,84	10,51	138,11	34,07
C ₄	15,43	0,00	100,00	25,39
C ₅	3,77	2,00	5,00	1,17

Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

Foram aplicadas as Equações 1 a 5 à matriz de decisão (Tabela 3). O resultado é apresentado na Tabela 5, que sintetiza o processo de avaliação multicritério, permitindo uma comparação clara e objetiva das alternativas. Essa matriz de resultados é crucial para a fase final de tomada de decisão, visto que, oferece uma visão consolidada das preferências calculadas a partir da matriz de decisão.

Tabela 5. Fluxo de entrada, saída, total e colocação
Table 5. Input, output, total flow, and ranking

Alternativa	φ^+	φ^-	φ	Colocação
A ₂	0,8112	0,0422	0,769	1°
A ₁	0,7819	0,0672	0,7147	2°
A ₅	0,6293	0,1517	0,4776	3°
A ₇	0,6233	0,2259	0,3974	4°
A ₁₄	0,6216	0,2319	0,3897	5°
A ₈	0,5586	0,1922	0,3664	6°
A ₃	0,5991	0,2621	0,3371	7°
A ₆	0,5569	0,2414	0,3155	8°
A ₁₀	0,5474	0,2336	0,3138	9°
A ₁₁	0,5741	0,3397	0,2345	10°*
A ₄	0,5741	0,3397	0,2345	11°*
A ₁₃	0,5069	0,2741	0,2328	12°
A ₁₅	0,5112	0,3853	0,1259	13°
A ₉	0,4474	0,3552	0,0922	14°
A ₁₈	0,45	0,3991	0,0509	15°
A ₁₆	0,3931	0,4052	-0,0121	16°
A ₂₂	0,4267	0,4871	-0,0603	17°
A ₂₄	0,3957	0,4836	-0,0879	18°
A ₁₂	0,3638	0,456	-0,0922	19°
A ₂₀	0,3164	0,575	-0,2586	20°

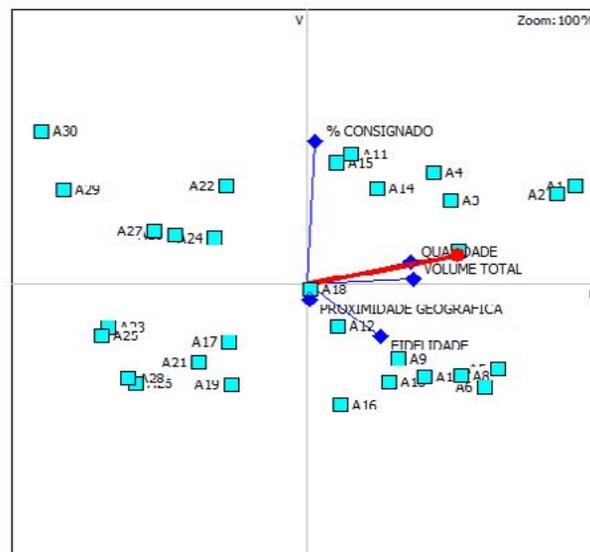
A_{19}	0,2578	0,5664	-0,3086	21°
A_{27}	0,2776	0,619	-0,3414	22°
A_{17}	0,2388	0,581	-0,3422	23°
A_{21}	0,225	0,6121	-0,3871	24°
A_{28}	0,2009	0,606	-0,4052	25°
A_{26}	0,1776	0,5991	-0,4216	26°
A_{29}	0,1983	0,6983	-0,5	27°
A_{23}	0,1147	0,6793	-0,5647	28°
A_{30}	0,15	0,7638	-0,6138	29°
A_{25}	0,0819	0,7379	-0,656	30°

Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

Na avaliação global, é possível identificar as alternativas que se destacam no ranking. Ao observarmos os valores de φ^+ , notamos que as alternativas A_2 e A_1 se destacam positivamente, ocupando as primeiras posições com valores expressivos de 0,8112 e 0,7819, respectivamente. Esses números refletem um alto grau de preferência em comparação com as demais alternativas do conjunto.

Por outro lado, a análise dos valores de φ^- , que representam os fluxos negativos, revela as alternativas que foram sobreclassificadas. Alternativas como A_{25} , A_{30} e A_{23} apresentam valores negativos significativos, indicando uma preferência menor em comparação às demais. Além disso, houve um empate entre as alternativas A_4 e A_{11} , pois ambas tiveram valores idênticos de preferência global. Explorando o plano GAIA (Figura 2), nota-se que o eixo de decisão em vermelho aponta para as alternativas A_1 e A_2 , classificadas como as duas primeiras do ranking, as quais estão alinhadas com os critérios C_2 e C_3 . Por outro lado, as alternativas A_{23} e A_{25} se destacam negativamente no plano oposto do eixo de decisão.

Figura 2. Plano GAIA
Figure 2. GAIA Plane



Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

A análise de sensibilidade mostra que mesmo uma mudança relativamente pequena em um componente do peso dos critérios pode afetar a ordem resultante, conforme demonstrado na Tabela 6. O intervalo de estabilidade determina quão significativa essa mudança pode ser para manter a ordem resultante (Kuncova e Seknickova, 2022). De acordo com Pinho (2019), a análise de sensibilidade dos pesos permite verificar os possíveis intervalos de variação que os pesos podem adotar para garantir confiança ao tomador de decisão ao analisar a ordenação obtida.

Tabela 6. Intervalos de Estabilidade dos Pesos
Table 6. Stability Intervals of Weights

Critérios	Pesos	Intervalos de estabilidade
C ₁	25%	[25,00% - 25,11%]
C ₂	22,5%	[22,28% - 22,50%]
C ₃	25%	[24,76% - 25,00%]
C ₄	15%	[15,00% - 15,86%]
C ₅	12,5%	[12,50% - 12,65%]

Fonte: elaboração própria. Source: own elaboration.

Observa-se que os critérios analisados apresentaram diferentes intervalos de estabilidade, indicando variadas sensibilidades aos pesos atribuídos. O critério C₁ demonstra uma maior sensibilidade. Pequenas variações nos pesos atribuídos a C₁ podem resultar em mudanças significativas nas classificações das alternativas. Por outro lado, C₄ é o critério menos sensível.

Albuquerque (2022) aplicou o método ELECTRE para seleção de fornecedores para uma empresa de alimentos localizada no agreste pernambucano. Apesar de serem métodos da mesma família (*outranking*), o ELECTRE utiliza comparações par-a-par, focalizando na concordância e discordância entre alternativas, sem ponderar o comportamento subjetivo de cada critério. Por outro lado, o PROMETHEE também compara alternativas par-a-par para cada critério, mas utiliza funções de preferência específicas para cada um. Como destacado pela autora, a definição dos limiares de concordância e discordância no ELECTRE envolve um alto grau de subjetividade, um problema que o PROMETHEE não enfrenta, tornando a modelagem das preferências muito mais simples. Assim como este trabalho, Albuquerque (2022) também evidenciou a importância em se conduzir uma análise de sensibilidade para verificar a robustez dos resultados e chegou a um subconjunto menor de alternativas para auxiliar o processo de decisão.

Outros estudos sugerem a utilização de métodos de natureza diferente para a seleção de fornecedores. Isa et al. (2021) destacaram a importância da seleção de fornecedores para a redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos, propondo a integração de métodos de famílias diferentes: AHP e PROMETHEE II. Enquanto o AHP é baseado em uma estrutura hierárquica que atribui pesos aos critérios e subcritérios, o PROMETHEE II opera sem essa hierarquia, permitindo a comparação direta das alternativas em relação a cada critério. Outro aspecto relevante é a necessidade de verificar inconsistências no AHP; sem uma dinâmica adequada com os stakeholders. Essas inconsistências não acontecem ao utilizar o método PROMETHEE II, como neste trabalho.

Com base nos resultados apresentados, a empresa integrou as informações ao seu planejamento estratégico. Utilizando o ranking obtido, ela decidiu iniciar negociações de consignação com os dez primeiros produtores, visando estabelecer parcerias que garantam o fornecimento de produtos de alta qualidade a preços competitivos, impulsionando assim sua competitividade no mercado. Além disso, foram incluídos no planejamento estratégico os fornecedores classificados nas últimas posições, foram elaborados planos de capacitação e programas de incentivo, acreditando que todos os parceiros, se empenhados, podem aprimorar seus processos e produtos, contribuindo para a construção de uma cadeia de suprimentos mais eficiente.

Conclusões

Esta pesquisa mostrou como priorizar fornecedores de uvas de mesa para comercialização em sistema de consignação através do método de análise de decisão multicritério PROMETHEE II. A partir de todos os pontos analisados e explorados durante este estudo, é possível notar como o histórico de fornecimento de uva foi importante para a tomada de decisão, considerando-se também o padrão de qualidade da fruta fornecida. Desta forma, recomenda-se a replicação do estudo anualmente.

Conclui-se que, dentro das particularidades apresentadas por todos os stakeholders, o processo decisório estruturado pelo método PROMETHEE II foi eficaz no ordenamento das alternativas, satisfazendo as demandas do decisor e resultando em uma escolha de fornecedores em consignação com mais chances de sucesso, equilibrando fatores quantitativos e qualitativos. Este estudo poderá proporcionar diversos benefícios para a empresa, incluindo a melhoria na relação de longo prazo com os fornecedores em sistema de consignação, a diminuição da falta de produtos, a melhoria na qualidade das uvas exportadas e consequentemente a melhoria na satisfação dos clientes.

O uso de critérios claros e justos para a seleção de fornecedores pode fortalecer a confiança e a colaboração, criando um ambiente de parceria benéfico para ambas as partes. A priorização adequada dos fornecedores assegura uma cadeia de suprimentos mais confiável, reduzindo a possibilidade de rupturas e garantindo a disponibilidade contínua de produtos. Uma cadeia de suprimentos eficiente e de alta qualidade dos produtos resultam em uma experiência superior para os clientes, aumentando sua satisfação e lealdade.

O método PROMETHEE II, amplamente utilizado em problemas de decisão multicritério, possui algumas limitações que podem impactar sua aplicabilidade e os resultados obtidos. Uma das principais limitações é a dependência de pesos dos critérios, cuja definição inadequada pode introduzir inconsistências no cálculo dos fluxos líquidos. Além disso, a seleção das funções de preferência e seus parâmetros, essenciais para refletir adequadamente as relações entre alternativas e critérios, pode ser complexa e influenciar negativamente a qualidade da análise.

É importante destacar, que para o decisor nem sempre é trivial entender a diferença entre cada função de preferência e, por isso, deve-se ter o apoio do analista que está modelando o problema de decisão. Outro ponto a ser considerado é a sensibilidade do PROMETHEE II a valores extremos ou outliers, que podem distorcer os resultados. Além do mais, em problemas com muitas alternativas e critérios, o PROMETHEE II pode se tornar

computacionalmente exigente, dificultando a aplicação em situações mais complexas. Outra importante limitação é a conversão de escalas verbais para numéricas, como é o caso da escala Likert usada neste trabalho, que pode introduzir distorções nos resultados, caso não seja avaliada de forma consistente.

Por fim, para estudos futuros, recomenda-se um maior aprofundamento nos critérios e comparação com diferentes cenários. É interessante avaliar novos critérios, como área cultivada total, fitossanidade, certificações nacionais e internacionais, preços de compra, formas de pagamento, diversidades cultivadas, programação de cultivo, etc. Além disso, explorar a aplicação do método com mais de um decisor poderá trazer *insights* valiosos e ampliar a robustez dos resultados.

Sugere-se também que o método seja aplicado a outros contextos agrícolas, como, por exemplo na seleção de variedades de cultivos considerando critérios como produtividade, resistência a pragas, custos de produção e adaptação climática, ajudando agricultores a escolher as opções mais adequadas para suas regiões. Além disso, o método também pode ser utilizado na priorização de fornecedores de insumos agrícolas, através de critérios como qualidade, confiabilidade de entrega, preço e sustentabilidade. Ou ainda, em sistemas de irrigação, auxiliando na escolha das tecnologias mais eficientes ao avaliar critérios como consumo de água, custo de instalação, durabilidade e impacto ambiental, etcétera.

Referências

- Albuquerque, S.L. (2022). *Aplicação de modelo multicritério para a seleção de fornecedores em uma empresa no agreste pernambucano*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco.
- Bányai, Á., Bányai, T. e Illés, B. (2017). *Optimization of Consignment-Store-Based Supply Chain with Black Hole Algorithm*. Complexity. <https://doi.org/10.1155/2017/6038973>
- Brans, J.P. e Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. Em J. Figueroa, S. Greco e Ehrgott, M. (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. International Series in Operations Research & Management Science* (pp. 163-186). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_5
- Cinelli, M. (2020). How to Support the Application of Multiple Criteria Decision Analysis? Let Us Start with a Comprehensive Taxonomy. *Omega*, 96, 2-3. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102261>
- Embrapa (2021). *Série Boletim Frutícola 2021*. Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136269/1/Avancos-e-perspectivas-da-producao-2021.pdf>
- _____. (2024). *Inteligência e mercado de uva e vinho*. Embrapa. <https://www.embrapa.br/cim-uva-e-vinho/a-viticultura-no-brasil#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20uvas%20C3%A9,comercializado%20como%20uvas%20de%20mesa>

- Isa, M.A.M., Saharudin, N.S., Anuar, N.B. e Mahad, N.F. (2021). The Application of AHP-PROMETHEE II for Supplier Selection. *Journal of Physics: Conference Series*, 1988, 012062. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1988/1/012062>
- Kuncova, M. e Seknickova, J. (2022). Two-stage Weighted PROMETHEE II with Results' Visualization. *Central European Journal of Operation Research*, 30, 547-571. <https://doi.org/10.1007/s10100-021-00788-9>
- Lessa, M.S.C. de M., Amaral, T.M., Leão, P.C.S. e Oliva, J.T. (2024). Multi-criteria Decision Analysis Applied to Brazilian Grapevine Genotype Selection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 130, 106126. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106126>
- Marchi, B., Zanoni, S. e Jaber, M.Y. (2021). Credit-dependent Demand in a Vendor-buyer Model with a Two-level Delay-in-payments Contract under a Consignment-stock policy Agreement. *Applied Mathematical Modelling*, 99, 585-605.
- Melo, M.E.N., Amaral, T.M. e Leão, P.C.S. (2023). Practical Method for Table Grape Selection Using Multicriteria Decision Analysis. *Agroalimentaria*, 29(57), 199-212. <https://doi.org/10.53766/Agroalim/2024.29.57.10>
- Miranda, J.A., Amaral, T.M., Silva, A.C. e Amaral, F.M. (2024). Multicriteria Decision Model for Employee Performance Evaluation. *Revista de Carreiras e Pessoas*, 14(1), 33-59. <https://doi.org/10.23925/recape.v14i1.57345>
- Morfoulaki, M. e Papathanasiou, J. (2021). Use of PROMETHEE MCDA Method for Ranking Alternative Measures of Sustainable Urban Mobility Planning. *Mathematics*, 9(6), 602. <https://doi.org/10.3390/math9060602>
- Pinho, R.R. (2019). *Modelo de apoio à decisão multicritério para seleção de fornecedores de folha de Flandres: Um estudo de caso na empresa can*. Tese de master. Instituto Politécnico do Porto.
- Rodrigues, A.H., Amaral, T.M. e Idogava, H.T. (2024). Análise de decisão multicritério para escolha de clientes para programas de mercado. *Revista de Administração IMED*, v. 14(1) 78-95. <https://doi.org/10.18256/2237-7956.2024.v14i1.5048>
- Santos, H.R., Santos, P.V.D. e Amaral, T.M. (2023). Seleção de variedade de pitaya para implantação no Vale do São Francisco com auxílio da análise de decisão multicritério. *RAMA*, 17, 1.
- Sardar, S.K., Sarkar, B. e Kim, B. (2021). Integrating Machine Learning, Radio Frequency Identification, and Consignment Policy for Reducing Unreliability in Smart Supply Chain Management. *Processes*, 9(2), 247. <https://doi.org/10.3390/pr9020247>
- Sarkar, B., Zhang, C., Majumder, A., Sarkar, M. e Seo, Y.W. (2018). A Distribution Free Newsvendor Model with Consignment Policy and Retailer's Royalty Reduction. *International Journal of Production Research*, 56(15), 5025-5044. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1399220>

- Secretaria da Fazenda de Pernambuco (SEFAZ) (2017). *Regulamento sobre remessa em consignação*. Secretaria da Fazenda de Pernambuco. <https://www.sefaz.pe.gov.br/Publicacoes/Novo%20regulamento%20CMS/Informativos%20a%20partir%20de%2001.10.2017/REMESSA%20EM%20CONSIGNA%C3%87%C3%83O.pdf>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) (21 de fevereiro de 2022). *Uva de mesa e manga*. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/origens/uva-de-mesa-e-manga_3cd9297388418710VgnVCM100000d701210aRCRD
- Souza Júnior, W.W.R. de, Santos, P.V.S., Silva, A.C.G.C. e Amaral, T.M. (2022). Abordagem matemática aplicada à problemática de escolha de fornecedor de Allium cepa. *NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia*, 12, 1-19. <http://dx.doi.org/10.22279/navus.2022.v12.p01-19.1776>
- Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision-aid*. John Wiley & Sons.
- Zahran, S.K., Jaber, M.Y. e Zanoni, S. (2016). The Consignment Stock Case for a Vendor and a Buyer with Delay-in-payments. *Computers & Industrial Engineering*, 98, 333-349. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.06.010>