

Seleção de variedade de pitaya para implantação no Vale do São Francisco com auxílio da análise de decisão multicritério

Selection of dragon fruit variety for implementation in the São Francisco Valley with of multi-criteria decision analysis

Hemili Rodrigues dos Santos¹, Pablo Vinicius Dias dos Santos², Thiago Magalhaes Amaral³

***Autor correspondente:** Amanda Martins de Souza – *E-mail:* mariabaggio@yahoo.com.br

Recebido em: 19/04/2023

Aceito em: 17/10/2023

RESUMO: A fruticultura é de grande importância para o agronegócio brasileiro e dentre as variedades produzidas, a pitaya vem ganhando destaque devido a ser uma espécie exótica que atrai a atenção dos produtores pela capacidade de produção durante o ano inteiro e pela alta lucratividade. Porém, um dos maiores problemas dos produtores rurais é a escolha da variedade, levando em consideração critérios quali-quantitativos, como produtividade, demanda, custos, cor, sabor e entre outros. Assim, objetiva-se com este trabalho selecionar dentre as variedades de pitayas disponíveis no mercado, aquelas que mais se adaptam às necessidades de um estabelecimento rural a fim de viabilizar a produção do fruto a partir da aplicação do método de decisão em grupo: PROMETHEE GDSS. O estudo foi realizado na empresa Reda Agrícola durante o período de 01/06/2022 a 31/09/2022. A partir dos resultados obtidos com a aplicação da modelagem de decisão, foi recomendado o plantio da variedade Costa Rica ou a Golden israelense. Conclui-se, então, que dentro das particularidades apresentadas por todos os stakeholders, o processo decisório estruturado pelo PROMETHEE GDSS conseguiu ser eficaz no ordenamento das alternativas (variedade de pitayas), satisfazendo as demandas dos decisores e resultando em uma escolha mais sólida e estruturada, a fim de maximizar a chance de sucesso na implantação desta variedade agrícola.

Palavras-chave: Fruticultura; Decisão em grupo; Agronegócio; *Hylocereus* sp.

ABSTRACT: Fruit growing is of great importance to Brazilian agribusiness and among the produced varieties, pitaya has gaining attention due to being an exotic species that attracts producers' attention for its year-round production capacity and high profitability. However, one of the biggest problems for rural producers is choosing the variety, considering qualitative-quantitative criteria such as productivity, demand, costs, color, flavor, and others. Thus, this work aims to select, among the pitaya varieties available in the market, those that best adapt to the needs of a rural establishment in order to make fruit production viable by applying the PROMETHEE GDSS method and considering the group decision-making. Based on the results obtained with the decision modeling application, the planting of the Costa Rica or Israeli Golden variety was recommended. It is concluded that, within the peculiarities presented by all stakeholders, the decision-making process structured by PROMETHEE GDSS was effective in ordering the alternatives (pitaya varieties), satisfying the demands of the decision-makers, and resulting in a more solid and structured choice, in order to maximize the chance of success in implementing this agricultural variety.

Keywords: Fruit growing; Group decision-making; Selection; Dragon fruit.

¹ Doutor/Professor de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA, Brasil.

² Discente de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA, Brasil.

³ Discente de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA, Brasil.

INTRODUÇÃO

Um dos setores de maior destaque nos últimos anos do agronegócio brasileiro é a fruticultura, principalmente no Vale do São Francisco. A região é reconhecida por ser produtora de frutas e hortaliças, e produz mais de 1 milhão de toneladas de diversas culturas por ano (Summit Agro, 2022). As exportações de uva e de manga no Vale do São Francisco tiveram crescimento conjunto de 17,93% no primeiro trimestre de 2021 quando comparado ao mesmo período de 2020, resultando num aumento de receita de 26,3% (Jornal da Fruta, 2021). Devido ao uso intensivo de técnicas de irrigação, esta região apresenta grande potencial produtivo. A fruticultura no Vale do São Francisco já é bem estabelecida, consolidando-se como referência nacional na produção de manga e uva, entretanto a região vem ganhando destaque na produção de outras variedades como acerola, goiaba, coco, banana, etc. (Rocha, 2021; IBGE, 2017). Diante destas necessidades de expansão do agronegócio do Vale do São Francisco, um fruto vem ganhando destaque como uma alternativa para a região: a pitaya.

De acordo com Agência Estadual de Notícias (2022) e com o IBGE (2017), o Brasil possui 640 estabelecimentos produzindo a pitaya, sendo que São Paulo lidera com 39,3% de participação. Entretanto, o Nordeste brasileiro tem alto potencial para produção dessa fruta, principalmente pelo solo e clima favoráveis, baixa umidade, alta incidência de luz solar e controle irrigado do fornecimento de água para a planta, o que resulta na diminuição de chances de doenças fúngica (Fróes Júnior, 2019). A Figura 1 mostra o mapa da pitaya produzida no Brasil por quantidade produzida, sendo maiores produtores: São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais (IBGE, 2017).

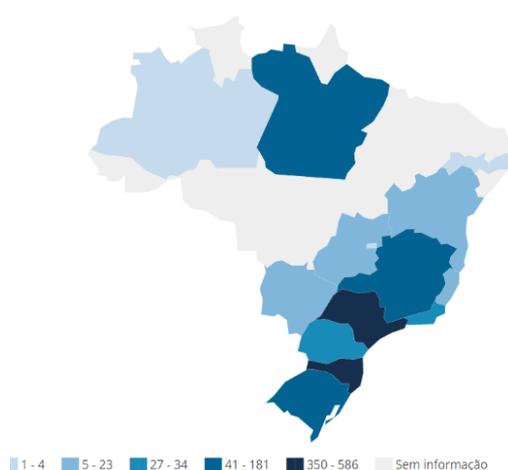


Figura 1. Cartograma da pitaya produzida no Brasil por quantidade produzida
Fonte: IBGE (2017).

A cultura da pitaya tem muitas finalidades, pois além de ser vendida para consumo *in natura*, pode ser usada para produção de medicamentos, cosméticos, além do uso na culinária como doces, geleias e sorvetes (Vellano *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2021). A comercialização da pitaya no Brasil teve início em 2005, alcançando 1.459 toneladas em 2017. Além disso, devido à sua aparência exótica e ao seu alto valor nutritivo, a fruta tem sido cada vez mais procurada, principalmente pelos mercados asiáticos e europeus; e apesar de ter um mercado promissor, a escolha pela variedade de pitaya a ser cultivada de acordo com critérios quali-quantitativos é vista como complexa.

Selecionar variedades de frutas segundo critérios demanda uma análise detalhada e os métodos de Análise de Decisão Multicritério ou *Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)* podem oferecer suporte aos problemas de decisão, incorporando as preferências do decisor e conduzindo-o às melhores alternativas (Araújo, 2019). Araújo (2020) destaca ainda, que geralmente, a escolha da alternativa mais adequada no agronegócio é realizada através de uma análise técnica a partir do *feeling* e *know-how* dos agrônomos da equipe e de informações sobre os investimentos iniciais para a realização do projeto e de manutenção, grau de impactos, potencial produtivo, manejo, dentre outras informações. Esse relatório técnico já aponta uma opção preferida, que normalmente é aceita pela diretoria e apresentada aos *stakeholders* do processo decisório. Todavia, demanda longos debates com as principais partes envolvidas para que se analisem essas alternativas e incertezas. Essas incertezas na escolha da pitaya também existem, visto que ainda é um fruto em aceitação pelo mercado consumidor brasileiro e que possui fortes tendências de crescimento.

Portanto, o decisor pode utilizar métodos MCDA quando o problema envolve critérios para a avaliação de alternativas (Cinelli *et al.*, 2020; Watrobski *et al.*, 2019). Existem alguns estudos sobre aplicações dos métodos MCDA na agricultura ou agroindústria (Dragincic; Korac; Blagojevic, 2015; Yalew *et al.*, 2016; Caffi *et al.*, 2017; Bartzas; Komnitsas, 2020; Anupam; Goley; Yadav, 2021). No entanto, publicações sobre a seleção de pitayas via MCDA não foram relatadas na literatura, tornando este trabalho precursor para esta cultura e que poderá auxiliar todos os produtores rurais que queiram avaliar variedades deste fruto para o seu negócio; ou para a seleção de outras frutas levando em consideração a decisão em grupo.

Neste sentido, objetiva-se com este trabalho selecionar dentre as variedades de pitayas disponíveis no mercado, aquelas que mais se adaptam às necessidades de um estabelecimento

rural a fim de viabilizar a produção do fruto a partir da aplicação do método de decisão em grupo: *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations Group Decision Support System* (PROMETHEE GDSS). As quatro principais variedades de pitaya a serem avaliadas são: 1. *Hylocereus costaricensis*, mais conhecida como pitaya roxa (ou roxa do Pará), que tem seu interior roxo (vermelho muito escuro) e sua casca avermelhada. 2. *Selenicereus megalanthus*, contendo a polpa branca e casca amarela, chamada de pitaya-amarela. 3. *Hylocereus undatus*, que possui polpa branca e casca avermelhada, sendo ela a mais comum, a pitaya-branca, e por último a 4. Golden Israelense, sendo semelhante a *Hylocereus undatus*, diferindo-se somente pela casca amarela.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza descritiva, com enfoque qualitativo e quantitativo, utilizando como meio um estudo de caso. O estudo foi realizado na empresa Reda Agrícola durante o período de 01/06/2022 a 31/09/2022. O método PROMETHEE GDSS possui três estágios: o preliminar, o de avaliação individual e o de avaliação global. O primeiro estágio diz respeito à geração das alternativas e critérios, ou seja, da matriz de avaliação. Em seguida, é realizada a avaliação individual, utilizando-se a metodologia do PROMETHEE I e II. No estágio de avaliação global, uma matriz global de preferências (nxR) é obtida, incluindo todas as alternativas e critérios preenchidos por todos os decisores através de uma soma ponderada. Este último estágio visa à obtenção da matriz agregada de decisão (Alencar, 2006; Amaral, 2013). Cada decisor é considerado como um critério. As informações de cada célula da coluna representam o fluxo líquido da respectiva alternativa. Se existir uma distinção sobre o grau de importância relativa entre os decisores, deve-se atribuir pesos diferentes no “critério decisor” (D1 a Dn), caso contrário, atribuem-se pesos iguais a todos. No caso deste problema, os decisores tiveram pesos distintos, visto o poder de decisão que cada um tinha no estabelecimento rural em estudo. A Figura 2 mostra o fluxograma envolvendo a Decisão em Grupo para a escolha da seleção da variedade de pitaya. Maiores detalhes sobre regras de decisão em grupo e as principais técnicas, que apoiam o consenso, podem ser encontradas em Campos (2011).

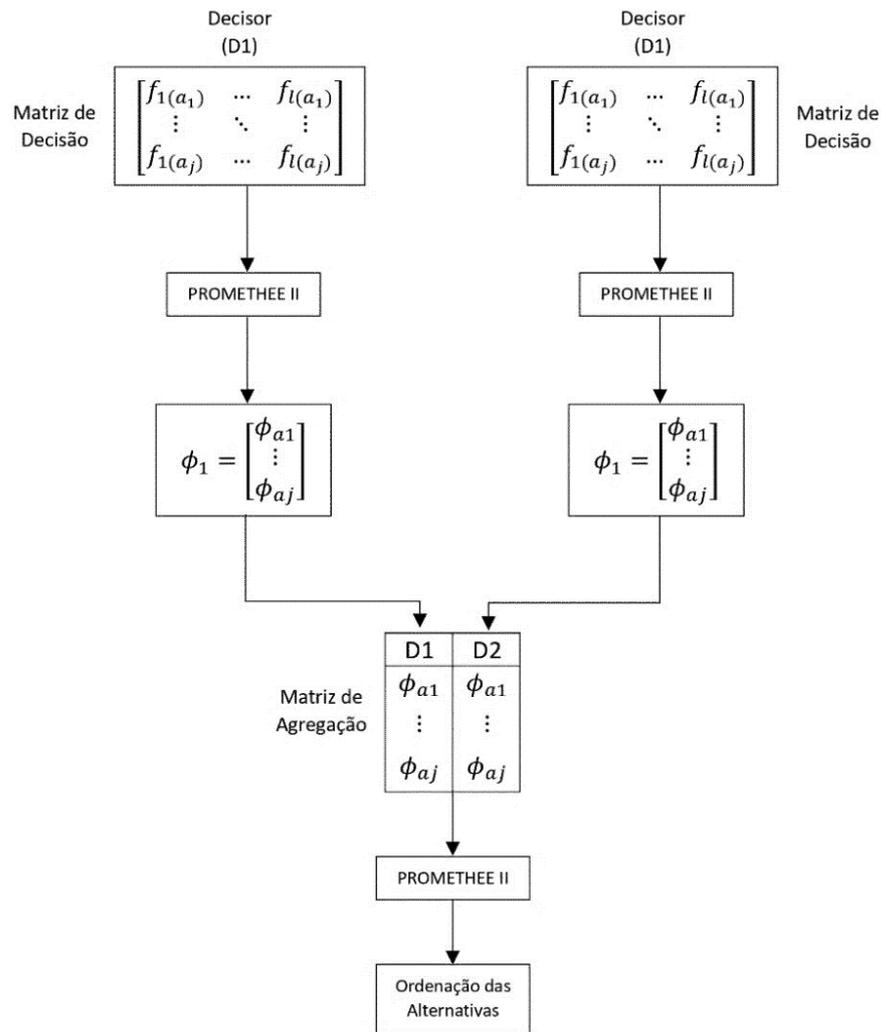


Figura 2. Fluxograma de Decisão em Grupo aplicado ao problema de escolha da Pitaya.

Os métodos PROMETHEE I e II são baseados em sobreclassificação e têm respectivamente os objetivos de seleção e ordenamento de ações (escolhas ou alternativas) baseado em graus de preferência. Sobreclassificação trata da ideia de que uma alternativa pode sobrepor outra em determinados critérios, bem como esta pode ser sobreposta por outras alternativas. Para cada critério j , foi definida uma função de preferência P_j , a qual assumiu valores entre 0 e 1. Esta função descreve a forma como o decisor se comporta com a diferença de desempenho entre as alternativas para um dado critério $F_j(a,b) = [g_j(a)-g_j(b)]$, onde $g_j(a)$ representa o desempenho da alternativa a no critério j (Vincke, 1992). Em seguida, foi calculado o índice de preferência ou grau de sobreclassificação, uma vez que os pesos e os critérios tenham sido determinados anteriormente. Cavalcante e Almeida (2005) salientam a importância do entendimento dos seguintes conceitos para a aplicação desse tipo de procedimento: $\Pi(a,b)$ é o índice de preferência multicritério que mostra o grau de sobreclassificação de a em relação a b ; $\varphi^+(a)$, fluxo de saída, exhibe a média de todos os graus de sobreclassificação de a sobre as

outras alternativas; $\varphi^-(a)$, fluxo de entrada, mostra a média de todos os graus de sobreclassificação que as outras alternativas possuem sobre a . Depois de calcular as funções, foi 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 de preferência, conforme Equação 1 a seguir:

$$P(a, b) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j P_j(a, b). \quad (1)$$

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

Em cada alternativa, foram obtidos os fluxos de saída ($\varphi^+(a)$), e de entrada ($\varphi^-(a)$), utilizando as Equações 2 e 3.

$$\varphi^+(a) = \sum_{a \neq b} \frac{P(a, b)}{m-1} \quad (2)$$

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

As melhores alternativas tiveram um maior o fluxo de saída, ou fluxo positivo, enquanto em relação ao de entrada, ou fluxo negativo, a alternativa será melhor quanto menor for este valor (Silva, Schramm & Carvalho, 2014). A equação matemática para o fluxo líquido está representada pela Equação 4 (Morais; Almeida, 2006).

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (4).$$

O método PROMETHEE II foi selecionado justamente por proporcionar ao decisor uma ordenação completa, criando um *ranking* das alternativas em ordem decrescente empregando um fluxo líquido (Brans; Mareschal, 2002; Ishizaka; Nemery, 2013; Watrobski *et al.*, 2019; Cinelli *et al.*, 2020).

Depois do alcance dos fluxos líquidos de todas as alternativas conforme cada decisor com os métodos do PROMETHEE I e II, a ordenação final com o PROMETHEE GDSS foi obtida repetindo-se os mesmos procedimentos e considerando cada decisor como um critério, sendo os fluxos líquidos referentes a cada alternativa empregados como julgamentos (Brans; Mareschal, 2005). Após isto, utilizou-se o PROMETHEE II mais uma vez, a fim de se obter o fluxo líquido final, que constitui o ranking fornecido pelo PROMETHEE GDSS, referente ao

resultado final da decisão em grupo. Uma avaliação em grupo permite anexar ao estudo opiniões, ainda que possuam divergências, que levam a uma decisão mais equilibrada, desde a visão operacional até possíveis oportunidades de ganho futuro do cultivo da pitaya. O Visual PROMETHEE foi o software usado para analisar os dados.

O estudo levou em consideração 2 stakeholders (decisores) distintos, com influências distintas no processo decisório da seguinte forma:

- Decisor 1: Investidor regional, que arca com os custos de implantação da cultura. Este decisor recebeu o peso de 0,75 para a decisão global;
- Decisor 2: Possui uma visão operacional e local do cultivo da cultura. Este decisor recebeu o peso de 0,25 para a decisão global.
- O conjunto de alternativas avaliadas foi representada pelas seguintes variedades de pitaya.
- Golden Israelense (A_1): Variedade de *Hylocereus* de casca amarela e polpa branca, fruto muito saboroso.
- Vietnamese white (A_2): *Hylocereus undatus*, casca vermelha e polpa branca.
- Colombiana (A_3): *Selenicereus megalanthus* casca amarela com espinhos e polpa branca.
- Costa Rica (A_4): *Hylocereus Costaricensis*, casca vermelha e polpa roxa.

A partir da concepção dos decisores foram selecionados e elencados os 7 principais critérios que influenciavam o problema de decisão em questão.

- BRIX (C_1): porcentagem de sólidos solúveis ou açúcares, sendo quantificado em "graus BRIX" por um instrumento utilizado para medir o índice de refração de soluções, chamado de refratômetro. Como esta medida é um reflexo direto da concentração de açúcares, podemos utilizá-la como medida de sabor de um fruto.
- Cor (C_2): A pitaya é um fruto bastante chamativo, dada suas características físicas, e possui uma variada gama de cores e suas diferentes variações. Sendo este um parâmetro que é utilizado para chamar à atenção do comprador final, sendo este para consumo *in natura* ou para industrialização. Dessa forma, levou-se em consideração a variação de cor na tomada de decisão.
- Preço (C_3): Parte essencial para qualquer investimento é a análise do preço de venda da fruta.

- Demanda (C₄): Em conjunto com o valor de venda (preço) a previsão de demanda é essencial para a tomada de decisão, visto que, para a produção e oferta fazerem sentido deve existir uma demanda. Logo, uma demanda mais ou menos estável, maior ou menor deve ser considerada.
- Manejo (C₅): Este refere-se às características de cada variedade em avaliação que se relacionam à facilidade, ou não, na execução dos cuidados necessários para mantê-la em produção, bem como a colheita dos frutos.
- Produtividade (C₆): Em conjunto a demanda, cada variedade de pitaya apresenta uma produtividade maior ou menor e cabe ao decisor avaliar se a relação entre demanda, preço e os custos de implantação e manutenção podem ser supridos pela produção do fruto. Segundo Epagri (2020), a produtividade varia bastante de acordo com as condições climáticas, solo, tratos culturais e genética da planta, ficando entre 10 a 35 toneladas por hectare e a depender principalmente da variedade.
- Custos de implantação e manutenção (C₇): Os custos, talvez, sejam a parte principal para a análise de viabilidade de um investimento, e na fruticultura não é diferente. Apesar dos custos de implantação não se diferenciarem muito entre as variedades de pitaya, a manutenção até o período de plena produção pode variar, visto que, cada uma das variedades tem suas particularidades. Com esta diferenciação os custos também são variáveis e podem ser maiores ou menores.

No processo de avaliação do PROMETHEE GDSS, os pesos dos critérios foram definidos de acordo o ponto de vista de cada um dos decisores; assim como e foi definida a função de preferência usual para todos os critérios, observando-se que apenas o critério “custo de implantação e manutenção” foi minimizado enquanto os demais foram maximizados. Foi usada uma escala verbal para todos os critérios, com exceção do BRIX de cada variedade. Os dados foram tabulados inicialmente no excel e, em seguida processados no Visual Promethee na versão acadêmica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Decisor 1, foram aplicadas as Eq. 1 a 4, com todos os critérios recebendo a função de preferência usual. A matriz de decisão e o resultado do ranqueamento são exibidos conforme mostra a Tabela 1, com a seguinte ordem de sobreclassificação: $A_4 (0,4884) > A_1 (0,1980) > A_3$

$(-0,2739) > A_2 (-0,4125)$. Assim, para o Decisor 1, as variedades Costa Rica e Golden Israelense devem ser priorizadas em relação às demais.

Tabela 1. Matriz de decisão e resultado para o decisor 1. Petrolina (PE), 2023

| Decisor 1 | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÍN | Resultado PROMETHEE II |
|--------------------------|------|------|---------|---------|---------|---------|------------|---------------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | |
| A1 | 15 | sim | baixo | alta | alto | regular | muito alto | 0,1980 (2º lugar) |
| A2 | 15 | não | alto | regular | regular | alto | alto | -0,4125 (4º lugar) |
| A3 | 20 | sim | regular | regular | alto | regular | alto | -0,2739 (3º lugar) |
| A4 | 14 | sim | alto | alta | alto | alto | alto | 0,4884 (1º lugar) |
| PESOS (Decisor 1) | 0,05 | 0,24 | 0,07 | 0,46 | 0,02 | 0,14 | 0,03 | - |

Fonte: Os autores (2023)

Já o Decisor 2, apresentou a seguinte ordem de sobreclassificação: $A_4 (0,5294) > A_1 (0,2255) > A_2 (-0,2190) > A_3 (-0,5359)$. Em comparação com a avaliação do Decisor 1, ocorreu apenas a inversão da ordem das variedades Vietnamese white e Colombiana. Os detalhes da matriz de decisão, assim como os pesos atribuídos podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Matriz de decisão e resultado para o decisor 2. Petrolina (PE), 2023

| Decisor 2 | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÁX | MÍN | Resultado PROMETHEE II |
|--------------------------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | |
| A1 | 15 | sim | alto | regular | regular | alta | alto | 0,2255 (2º lugar) |
| A2 | 15 | sim | regular | regular | regular | regular | alto | -0,2190 (3º lugar) |
| A3 | 20 | não | regular | regular | difícil | alta | regular | -0,5359 (4º lugar) |
| A4 | 14 | sim | alto | alta | fácil | alta | alto | 0,5294 (1º lugar) |
| PESOS (Decisor 2) | 0,04 | 0,30 | 0,28 | 0,18 | 0,11 | 0,06 | 0,05 | - |

Fonte: Os autores (2023)

Após o cálculo dos vetores de prioridade de cada decisor, por intermédio do PROMETHEE II, foi calculado um novo vetor de prioridade levando em consideração os ranqueamentos anteriores e foi associado um peso 3 vezes maior para o Decisor 1, pelo fato dele ser o investidor como descreve a Tabela 3. Na avaliação do ranking completo (Tabela 3), podemos observar clara vantagem da variedade Costa Rica (A_4) em relação a todas as demais variedades de pitaya. Ao explorar o plano GAIA (Figura 3) podemos comprovar como a variedade Costa Rica está bem colocada em relação ao eixo de preferência, atentando-se que o plano GAIA obteve uma qualidade de 100%.

Tabela 3. Matriz de decisão PROMETHEE GDSS e resultado geral. Petrolina (PE), 2023

| Alternativas | Decisor 1 | Decisor 2 | Resultado PROMETHEE II |
|----------------|-----------|-----------|---------------------------|
| A ₁ | 0,1980 | 0,2255 | 0,3333 (2º Lugar) |
| A ₂ | -0,4125 | -0,2190 | -0,8333 (4º Lugar) |
| A ₃ | -0,2739 | -0,5359 | -0,5000 (3º Lugar) |
| A ₄ | 0,4884 | 0,5294 | 1,0000 (1º Lugar) |
| PESOS | 0,75 | 0,25 | - |

Fonte: Os autores (2023).

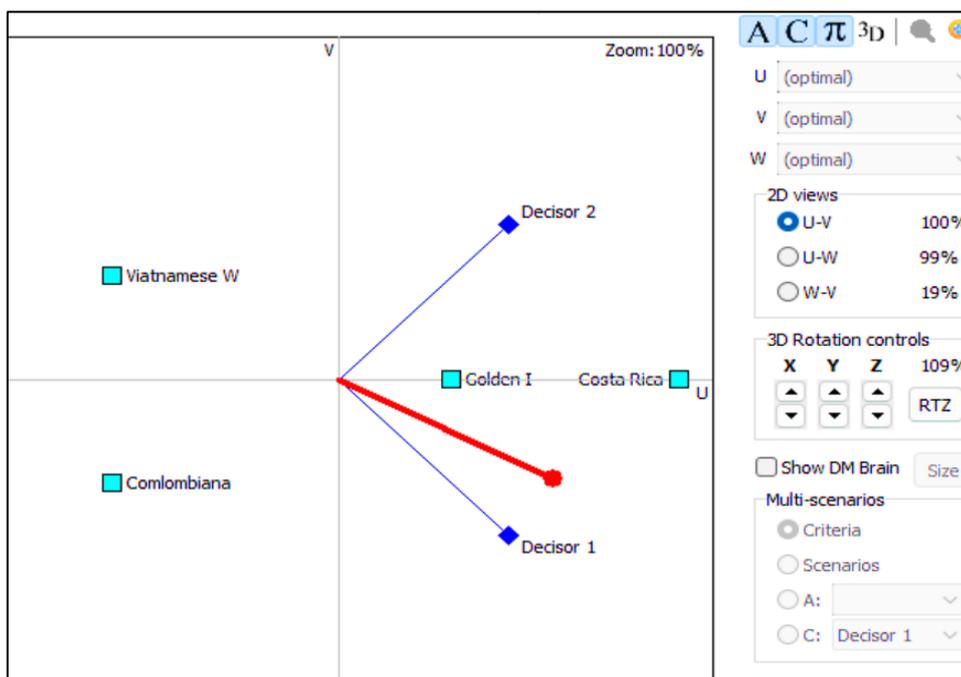


Figura 3. PROMETHEE GDSS plano GAIA gerados no Software Visual Promethee

A ordem de prioridade dos critérios para os dois decisores tiveram diferentes resultados, visto que, o Decisor 1 priorizou os custos de implantação e manutenção enquanto o Decisor 2 priorizou os tratos culturais e produtividade do pomar. Sendo assim, estão bem representadas as duas ordens de prioridade, considerando as diferentes avaliações dos decisores.

Ao consolidarmos os dois resultados por meio do método PROMETHEE GDSS podemos observar que a escolha de variedade ideal para ambos os decisores permaneceu inalterada, porém, a preferência aumentou significativamente, ou seja, a preferência ficou ainda mais evidente para a Costa Rica e a Golden Israelense. As duas melhores alternativas para ambos os decisores permaneceram no topo, ainda que existam diferentes graus de preferência para os decisores.

É importante frisar que existem outros métodos para a seleção de frutas para a produção agrícola normalmente usam apenas um conjunto de atributos da fruta como seleção visual, análise química, teste de sabor, resistência a doenças, adaptabilidade ao clima e desempenho agrônômico, entretanto este trabalho mostrou como selecionar as variedades de uma fruta usando critérios quali-quantitativos sob a ótica da decisão em grupo. Similarmente, o trabalho de Shiavon *et al.* (2023) usou o AHP para apoiar os produtores rurais na seleção da variedade de cana-de-açúcar para plantação. O estudo levou em conta 5 critérios: o potencial para acumulação de sacarose, rebrotas da cana de açúcar, toneladas por hectare, longevidade e requisitos do solo e considerou dois decisores, assim como o nosso, porém o uso do AHP pode levar a inconsistências que precisam ser verificadas para cada uma das matrizes, além de poder levar a problemas de inversão de ordem. Problemas que podem ser contornados ao utilizar o PROMETHEE GDSS, visto que é um método de sobreclassificação e não de critério único de síntese como o AHP.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todos os pontos analisados e explorados durante este estudo é possível notar certa preferência dos decisores para a variedade Costa Rica, que ao final se concretiza como a alternativa ideal para implantação e/ou expansão da cultura seguida da variedade Golden israelense, que apresentou bons resultados se comparada às demais, mas possui considerável dificuldade de manutenção quando comparada à Costa Rica.

Conclui-se, então, que dentro das particularidades apresentadas por todos os *stakeholders*, o processo decisório estruturado pelo PROMETHEE GDSS conseguiu ser eficaz no ordenamento das alternativas, satisfazendo as demandas dos decisores e resultando em uma escolha mais sólida e estruturada, a fim de maximizar a chance de sucesso na implantação de dessa variedade agrícola para um grande empreendimento rural localizado no Vale do São Francisco. Este estudo também foi importante para mostrar aplicações práticas do método PROMETHEE GDSS para estudos na área da agricultura.

Recomenda-se para estudos futuros, maior aprofundamento dos critérios e comparação com diferentes cenários. É interessante a avaliação de novos critérios, como por exemplo: facilidade do escoamento da produção para mercado externo, índice de doenças, níveis de adubação, estresse hídrico, entre outros. Sugere-se análise mais detalhadas com valores numéricos para os critérios elencados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. Pitaia é cultivada em 29 municípios, gera lucros e é destaque do Boletim Agropecuário. 2022. Disponível em:

<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Pitaia-e-cultivada-em-29-municipios-gera-lucros-e-e-destaque-do-Boletim-Agropecuario> Acessado em: 29 de set. de 2023.

ALENCAR, L. **Modelo Multicritério de Decisão em Grupo para seleção de fornecedores em gestão de projetos**. 2006. Tese de Doutorado. UFPE. Recife.

ALMEIDA, D. F. **Análise multicritério no mercado futuro: seleção de fruto**. Dissertação (Pós-graduação Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 108, 2011.

AMARAL, T. M. **Modelo de avaliação multicritério para a teoria das restrições aplicado em serviços hospitalares de urgência e emergência**. Tese de Doutorado. UFPE. 2013.

ANUPAM, K.; GOLEY, P.K.; YADAV, A. Chapter 19 - Effect of Normalization Protocol on Pulping Process Selection Using TOPSIS Multicriteria Decision-Making Method—A Case Study of Palm Oil Empty Fruit Bunches. **Soft Computing Techniques in Solid Waste and Wastewater Management**, 321–336. 2021.

ARAÚJO, A. M. **Modelo de apoio à decisão em grupo na avaliação da mangicultura no Vale do São Francisco Pe**. Dissertação (Pós-graduação Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 69, 2020.

ARAÚJO, A. M. *et al.* Escolha de cultura de manga com apoio do método FITRADEOFF. *In: LI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 51, São Paulo, 2019.

BARTZAS, G.; KOMNITSAS, K. An integrated multi-criteria analysis for assessing sustainability of agricultural production at regional level. **Information Processing in Agriculture**, 7:223–232. 2020.

CAFFI, T.; HELSEN, H.H.M.; HOSSI, V.; HOLB, I.J.; STRASSEMAYER, J.; BUURMA, J.S.; CAPOWIEZ, S.; SIMON, S.; ALAPHILIPPE, A. Multicriteria evaluation of innovative IPM systems in pome fruit in Europe. **Crop Protection**, v. 97, p. 101–108. 2017.

CAMPOS, V. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. 2011. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

DIAS, P. S. M. **Composição centesimal, atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e ecotoxicidade da polpa de frutos de pitaya branca (*hylocereus undatus*) e pitaya vermelha (*hylocereus polyrhizus*)**. Trabalho de conclusão de curso - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 63, 2016.

DRAGINCIC, J; KORAC, N.; BLAGOJEVIC, B. Group Multi-Criteria Decision Making (GMCDM) Approach for selecting the most suitable table grape variety intended for organic viticulture. **Computers and Electronics in Agriculture**, 111:194–202. 2015.

DUARTE, M. H. **Armazenamento e qualidade de pitaya [*hylocereus undatus* (haw.) britton & rose] submetida à adubação orgânica**. Dissertação (Pós-graduação em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 113, 2013.

FRÓES JUNIOR, P. S. M. *et al.* **Aspectos da produção, comercialização e desenvolvimento da cultura da pitaya no estado do Pará**. Centro Científico Conhecer, v. 16 n.28, p. 264-279, 2019. DOI: 10.18677/EnciBio_2019A19.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76371. Acesso em:08/08/2022.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software**. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2013.

JORNAL DA FRUTA. **Uva e manga, a força do Vale do São Francisco**. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/noticias-do-pomar/uva-e-manga-a-forca-do-vale-do-sao-francisco-398130.jhtml#:~:text=Esse%20foi%20o%20caso%20das,foi%20de%2026%2C3%25>. Acesso em 30 de jan. de 2023.

LIMA, S. M. N. *et al.* Revisão de literatura sobre a pitaya (*hylocereus* spp.) Na produção de alimentos e cosméticos. **Brazilian Journal of Health Rev.**, Curitiba, v4, m.2, p. 7120-7124, abr. 2021. DOI:10.34119/bjhrv4n2-257.

MAGALHÃES, D. S. *et al.* Use of peels in the formulation and acceptance of white pulp pitaya jellies. **Food Sc. Technol**, Campinas, 42, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.68521>.

NEPOMOCEANO, T. A. R. *et al.* **O cultivo e a comercialização de pitaya (*hylocereus* sp.) no Brasil, com enfoque no estado do Paraná**. 13 Seagro, maio 2019.

OLIVEIRA, F. D. C. **Seleção de culturas agrícolas (frutículas) para o perímetro irrigado de São Gonçalo por meio da análise multicritério**. Dissertação (Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, p. 53, 2019.

PANISSON, D. *et al.* Crescimento e Desenvolvimento Inicial de Pitaya Branca (*Hylocereus undatus*) e Vermelha (*Hylocereus monacanthus*) no Município de Araguaína-TO. **Research, Soc. and Dev.**, v. 10, n. 14, 2525-3409, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21921>.

PERWEEN, T.; MANDAL, K. K.; HASAN, M. A. Dragon Fruit: An exotic super future fruit of India. **Journ. of Pharm. and Phyt**, v. 7, n. 2, p. 1022-1026, 2018.

- POLLNOW, G. E. Pitaya, da propagação à colheita: uma revisão. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.31, n.3, p. 73-73, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n3.10>.
- ROCHA, G. Fruticultura irrigada de alta tecnologia: a mágica do gotejamento na caatinga do Vale do São Francisco. *Revista Cultivar*. 2021. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/fruticultura-irrigada-de-alta-tecnologia-a-magica-do-gotejamento-na-caatinga-do-vale-do-sao-francisco>. Acesso em 29 de set. de 2023.
- SATTY, T. L. A scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **Journ. of Math. Psy.**, [S. l.], v. 15, p. 234-281, 1976.
- SILVA, A. C. C. **Pitaya**: Melhoramento e Produção de mudas. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, p. 132, 2014.
- SCHIAVON, L. L. P.; LIMA, P. A. B.; CREPALDI, A. F.; MARIANO, E. B. Use of the Analytic Hierarchy Process Method in the Variety. Selection Process for Sugarcane Planting. **MDPI. Eng**, v. 4, p. 602–614, 2023. <https://doi.org/10.3390/eng4010036>
- SUMMIT AGRO. Excesso de chuva diminui exportações de frutas no Vale do São Francisco. 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/excesso-de-chuva-diminui-exportacoes-de-frutas-no-vale-do-sao-francisco/> Acessado em 29 de set. 2023.
- UROSEVIC, B. G.; MARINOVIC, B. Ranking construction of small hydro power plants using multi-criteria decision analysis. **Chemosphere**, 1174 - 1183, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.115>.
- VELLANO, P. *et al.* Extraction and stability of pigments obtained from pitaya bark flour (*Hylocereus costaricensis*). **Food Sc. Technol**, Campinas, 42, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.25421>
- WATROBSKI, J.; JANKOWSKI, J.; ZIEMBS, P.; KARCMARCZYK, A.; ZIOTO, M. Generalised framework for multi-criteria method selection. **Omega**, v. 86, p. 107-124, jul. 2019.
- YALEW, S.G.; GRIENSVEN, A.; ZAAG, P. AgriSuit: a web-based GIS-MCDA framework for agricultural land suitability assessment. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 128, p. 1–8, 2016.