57º SBPO
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
Gramado • RS
DE 5 A 9 DE OUTUBRO DE 2025

PRIORIZAÇÃO DE SUPLEMENTO PROTEICO PARA LOJA DE PRODUTOS NATURAIS ADQUIRIR: UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO ATRAVÉS DO MÉTODO FITRADEOFF

Arsênio Martins Gomes Neto
Grupo de Pesquisa MAPS - Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy, Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 55014-900, Brasil.
arseniomgn@gmail.com

Jônatas Araújo de Almeida
Grupo de Pesquisa MAPS - Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy, Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 55014-900, Brasil.
jonatasaa@yahoo.com.br

RESUMO

Considerando a importância de uma alimentação equilibrada, destaca-se o papel central das proteínas, essenciais para funções como a regeneração muscular e o suporte metabólico. Embora estejam presentes em alimentos como carnes, ovos e leguminosas, muitos consumidores optam por suplementos proteicos, sobretudo pela praticidade. Diante disso, este trabalho propõe um modelo de apoio à decisão multicritério para auxiliar uma loja na priorização de suplementos a serem adquiridos. O modelo, desenvolvido com suporte de uma nutricionista e com uso do método FITradeoff para ordenação, também incorporou a opinião de *stakeholders*, já que muitos clientes solicitavam opções sem lactose, devido à intolerância. Após 12 ciclos, obteve-se uma pré-ordem total. Além disso, com a aplicação da análise de sensibilidade, por meio de variações nos dados, constatou-se a robustez da solução. Assim, o modelo contribui para organizar o processo decisório, apoiando a seleção de suplementos e servindo como ferramenta de gestão para a loja.

PALAVRAS-CHAVE. FITradeoff. Suplementos proteicos. Produtos naturais. MCDA.

ADM – Apoio à Decisão Multicritério e OA – Outras Aplicações em PO

ABSTRACT

Considering the importance of a balanced diet, the central role of proteins stands out, as they are essential for functions such as muscle regeneration and metabolic support. Although found in foods like meat, eggs, and legumes, many consumers opt for protein supplements, mainly due to their convenience. In this context, this study proposes a multi-criteria decision support model to assist a store in prioritizing which supplements to acquire. The model, developed with the support of a nutritionist and using the method FITradeoff for ranking, also incorporated stakeholder input, as many customers were requesting lactose-free options due to their intolerance. After 12 cycles, a complete pre-order was obtained. Furthermore, through the application of sensitivity analysis using data variation, the robustness of the solution was confirmed. Thus, the model helps structure the decision-making process, supporting the selection of supplements and serving as a management tool for the store.

KEYWORDS. FITradeoff. Protein supplements. Natural products. MCDA.

ADM - Support for Multicriteria Decision and OA – Other Applications in OR

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

1. Introdução

A alimentação saudável desempenha um papel fundamental na promoção da saúde, na prevenção de doenças e na melhoria da qualidade de vida. Nesse sentido, uma dieta equilibrada, composta por alimentos variados e ricos em nutrientes, é essencial para o funcionamento adequado do organismo, influenciando diretamente aspectos como energia, imunidade, humor e bem-estar.

A partir desse contexto, é importante destacar que a busca por uma alimentação saudável tem se intensificado nos últimos anos, tornando-se parte do cotidiano de muitas pessoas [Paquette 2005; Michie et al. 2009]. Nesse cenário, cresce a demanda por alimentos que contribuam para dietas equilibradas, principalmente entre aqueles que praticam atividades físicas ou seguem algum tipo de plano alimentar com objetivos específicos, como o ganho de massa muscular ou a perda de peso [French et al. 2001; Michie et al. 2009].

Diante disso, torna-se relevante observar o papel central que as proteínas vêm assumindo nessas dietas. Sob essa ótica, analisa-se que as proteínas são responsáveis por diversas funções no organismo, como a regeneração muscular, a manutenção dos tecidos e o suporte a processos metabólicos [Miyazaki e Esser 2009; Moore et al. 2014]. Deve-se compreender que, apesar de que elas poderem ser obtidas por meio da alimentação convencional – com fontes como carnes magras, ovos, leguminosas e laticínios - muitas pessoas optam por complementar a ingestão proteica por meio de suplementos alimentares, dada a praticidade e a concentração elevada de proteína que esses produtos oferecem.

Nessa perspectiva, suplementos proteicos, tais como o *whey protein* e a albumina, vêm se consolidando como alternativas populares, sobretudo entre consumidores que buscam resultados mais rápidos e controle mais preciso da ingestão desse macronutriente [Hattori et al. 2017; Aryane et al. 2002]. Desse modo, deve-se compreender que a aquisição desses produtos pode ser realizada em diferentes tipos de estabelecimentos, com destaque para as lojas de produtos naturais e a granel.

Contudo, para que esses estabelecimentos consigam atender de forma eficaz às expectativas dos consumidores, torna-se necessário que os suplementos ofertados sejam atrativos aos clientes. Isso implica, entre outros fatores, em selecionar cuidadosamente os produtos com base em múltiplos objetivos que são analisados ao comprar esses suplementos, tais como o custo por porção, a quantidade de proteína, o teor de carboidratos [Oliveira et al. 2023]. Assim, percebe-se que o problema da seleção dos suplementos proteicos envolve múltiplos objetivos e interesses, de modo que ferramentas de decisão multicritério podem ser utilizadas para resolução desse problema.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo a construção de um modelo de apoio à decisão multicritério, a fim de auxiliar na priorização dos suplementos proteicos que podem ser ofertados por uma loja de produtos naturais e a granel. Esse modelo foi aplicado em uma loja de pequeno porte, a qual se encontra na cidade de Caruaru-PE e utilizou o método FITradeoff para ordenação, a fim de fornecer uma recomendação de solução. Ademais, destaca-se que, para a construção e aplicação do modelo, houve o apoio de uma nutricionista enquanto especialista do problema.

Esta pesquisa abrange seis seções, sendo inicializada com uma contextualização na Seção 1. A Seção 2 apresenta uma breve fundamentação teórica sobre conceitos referentes à suplementação proteica, discute sobre conceitos referentes à decisão multicritério e exemplos de estudos semelhantes. A Seção 3 descreve a estrutura metodológica proposta, enquanto a Seção 4 ilustra a aplicação do modelo por meio de um estudo de caso. A análise dos resultados e as principais observações são discutidas na Seção 5. Por fim, a Seção 6 apresenta as contribuições da pesquisa e sugere possíveis trabalhos futuros.

2. Referencial teórico

2.1. Aspectos nutricionais da suplementação proteica

A alimentação saudável tem ganhado mais espaço no cotidiano das pessoas, especialmente em um contexto em que a busca por qualidade de vida, bem-estar e prevenção de doenças se torna uma prioridade [Larose et al. 2023]. Nesse cenário, a adoção de dietas equilibradas passa a ser uma estratégia fundamental e, dentre os diversos elementos que compõem uma alimentação de

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

qualidade, as proteínas ocupam papel de destaque. Isso se deve ao fato de elas serem responsáveis por funções essenciais no organismo, como a construção e manutenção de tecidos, a recuperação muscular e o suporte ao sistema imunológico [Miyazaki e Esser 2009; Pearson et al. 2022].

A partir disso, torna-se importante compreender que, apesar de ser possível obter proteínas por meio de uma alimentação variada, em muitos casos, essa ingestão pode ser complementada com suplementações específicas [Nogueira et al. 2024]. Essas suplementações proteicas, como é o caso do *whey protein* e da albumina, surgem como alternativas práticas para alcançar a quantidade diária recomendada de proteína, especialmente para pessoas que praticam atividade física, seguem dietas restritivas ou buscam maior praticidade no cotidiano [Xiao et al. 2023; Melchior et al. 2023]. Nesse sentido, a inclusão de suplementos na rotina alimentar tem se tornado comum e sua aquisição pode ser feita por meio de lojas especializadas em produtos naturais, sobretudo aquelas que atuam com venda a granel.

No entanto, para essas lojas, não basta apenas disponibilizar os suplementos ao consumidor. Dessa forma, é necessário garantir que os produtos ofertados atendam às expectativas do público-alvo, considerando fatores como custo, concentração de proteína por porção, presença de carboidratos, restrições alimentares e preferências individuais. Isso significa que a escolha de quais suplementos proteicos vender deve ser feita de forma criteriosa, levando em conta diferentes objetivos. Dentre eles, um fator importante de ser observado é o teor de proteína ideal por porção deve representar, no mínimo, 70% [Akbari et al. 2023; Heelan e Corrigan 1998]. Além disso, é necessário ainda observar a proporção entre proteínas e carboidratos, uma vez que suplementos que apresentam alto teor de carboidrato, em muitos casos, são classificados como hipercalóricos, de modo que são utilizados para dietas de ganho de massa [Heelan e Corrigan 1998].

Além disso, é importante considerar a existência de suplementos destinados a públicos específicos, como é o caso dos produtos sem lactose, voltados para pessoas com intolerância [Bulgaru et al. 2021]. Dentro dessa categoria, destacam-se o *whey* isolado e o *whey* zero lactose, que se diferenciam tanto no processo de filtragem quanto na composição final [Yang et al. 2024]. Ainda, alternativas como a albumina, que é derivada da clara do ovo, e o *whey* vegano, o qual é produzido a partir de fontes vegetais podem ser utilizados como fontes de suplementação proteica. Nesse contexto, deve-se compreender que cada uma dessas opções possui características próprias e atende a necessidades distintas.

2.2. Decisão multicritério

Inicialmente, é importante compreender que, a todo momento, decisões são realizadas. Contudo, existem decisões que exigem maior esforço cognitivo para serem realizadas, especialmente devido ao fato de estarem atreladas a presença de múltiplos objetivos que estão associados ao problema [Vieira et al. 2024]. Sob esse contexto, observa-se que isso se caracteriza como um problema de decisão multicritério, em que há múltiplos objetivos presentes, os quais devem ser analisados e ponderados, a fim de encontrar a solução mais satisfatória para o decisor [de Almeida et al. 2015].

A partir disso, é importante compreender quais atores estão presentes em um processo decisório atrelado a presença de múltiplos critérios. Conforme apresentado por [Roy 1996; de Almeida et al. 2015], são eles: (i) decisor: ator com poder de decisão sobre o problema, de modo que infere suas preferências e racionalidade sobre o modelo construído, (ii) especialista: ator que detém conhecimento factual sobre a área de aplicação do problema e auxilia na análise de alternativas e construção dos critérios e (iii) *stakeholders*: atores que, apesar de não terem poder direto sobre a decisão, podem exercer influência sob o problema.

Dentre os tipos de problemas de podem possuir múltiplos objetivos, problemas nutricionais podem ser atrelados a esse tipo de tomada de decisão, posto que há a presença de variados critérios que podem ser observados simultaneamente. Nesse sentido, observam-se alguns estudos que mesclaram esses dois eixos. A partir disso, [Liechti et al. 2022] desenvolveu um modelo multicritério para análise de qual biscoito, considerando um inventário de um supermercado, teria

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

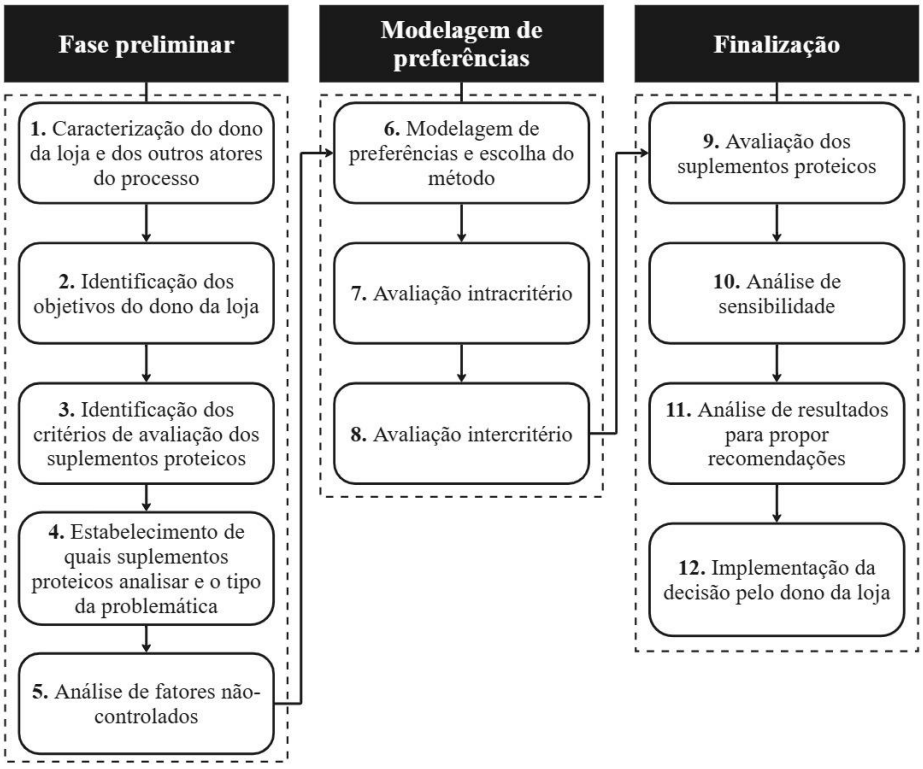
o maior valor nutricional atrelado a ele, sugerindo, inclusive, futuras reformulações com fins de fomento nutricional.

Ademais, [Casas-Rosal et al. 2021] desenvolveu um modelo multicritério para segmentação de mercado de consumidores de alimentos saudáveis, usando o PROMETHEE, sendo aplicado em um estudo de caso para clientes de carne de peru e de frango. Por fim, [Pelitli et al. 2020] construiu um aplicativo, a partir do método PROMETHEE, para analisar a composição nutricional de alguns alimentos e propor recomendações de como tornar a alimentação mais saudável, sob a ótica de diversos critérios nutricionais.

3. Construção do modelo

O modelo de processo de tomada de decisão deste estudo foi baseado no *framework* para resolução de problemas de decisão adaptado de [de Almeida et al. 2015], composto por três fases. A Figura 1 apresenta o modelo adaptado, com suas 12 etapas.

Figura 1 – Procedimento para a resolução de uma problemática multicritério



Fonte: Adaptado de [de Almeida et al. 2015]

Inicialmente, tem-se a "Fase preliminar". Na Etapa 1, define-se quem é o dono da loja de produtos naturais, que vai atuar no papel de decisor, além de outros atores importantes para o problema, tais como a nutricionista no papel de especialista e os clientes regulares da loja enquanto *stakeholders* do problema. Em seguida, é necessário, na Etapa 2, observar quais os objetivos do dono da loja ao adquirir suplementações proteicas, a fim de converter esses objetivos em critérios na Etapa 3.

Dando continuidade, na Etapa 4, observa-se o espaço de alternativas do problema, analisando quais suplementações proteicas – tais como *whey protein* e albumina - que serão consideradas pelo decisor para avaliação. Para tal, é construída a matriz de consequências, a qual relaciona cada alternativa com seu respectivo desempenho em cada um dos critérios analisados. Nessa etapa também é compreendida qual é a problemática do problema, que, para este trabalho, foi a de ordenação, posto que o dono da loja buscava uma priorização de possíveis suplementos

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

proteicos para ele adquirir. Finalizando essa fase, na Etapa 5, identificam-se fatores não controlados pelo decisor que possam ter impacto sobre a solução do modelo.

Segue-se, então, para a fase de "Modelagem de preferências". Nessa perspectiva, inicia-se, na Etapa 6, compreendendo a racionalidade do dono da loja, a qual é compensatória, posto que ele afirmou que um desempenho ruim de um suplemento proteico em um critério poderia ser compensado por um melhor em outro. Além disso, também se observou que o problema estava atrelado a informações parciais sobre a ponderação das constantes de escala. A partir disso, compreende-se que, apesar de métodos como o SMARTER poderem ser utilizados, o método selecionado para a aplicação foi o FITradeoff para ordenação [Frej et al. 2019]. Tal método foi escolhido devido ao encaixe as preferencias do decisor, o qual possuía racionalidade compensatória e informações parciais sobre as constantes de escala, além do fato de este método apresentar uma elicitação flexível e interativa, que apresenta maior robustez em seus resultados, frente a outros métodos que tratam da problemática de problemas similares.

Na Etapa 7, o processo de avaliação intracritério é realizado para compreender a subjetividade do decisor no que se refere a variações de desempenho dos suplementos proteicos, em cada critério. Por conseguinte, na Etapa 8, para determinação do espaço de valores das constantes de escala, realiza-se o processo de avaliação intercritério, o qual pode ser realizado de duas formas: (i) Elicitação por Decomposição: comparam-se consequências, a fim de ponderar *trade-offs* entre os critérios e (ii) Avaliação Holística: compara-se diretamente dois suplementos proteicos que possuem uma relação de preferência não definida, a fim de estabelecer uma relação de preferência entre eles [de Almeida et al. 2016; de Almeida et al. 2021; de Almeida et al. 2024].

Em seguida, na Etapa 9, parte-se para a fase de "Finalização", na qual, após o espaço de constantes de escala ser atualizado através das ações da Etapa 8, tem-se a aplicação dos valores obtidos no Problema de Programação Linear (PPL) presente nas Equações 1 a 4. Nessa perspectiva, destaca-se que, à medida que o dono da loja responde mais perguntas, mais restrições são obtidas, e isto faz com que o intervalo das constantes de escala seja reduzido, de modo que as Etapas 8 e 9 ocorrem simultaneamente [Frej *et al*., 2019; de Almeida et al. 2021; de Almeida et al. 2024].

$$max\, D(A_i, A_k) = \sum_{j=1}^{n} k_j v_j(A_i) - \sum_{j=1}^{n} k_j v_j(A_k) \quad (1)$$

Sujeito a:

$$k_1 > k_2 > \cdots > k_n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} k_j = 1 \quad (3)$$

$$k_j \geq 0, \forall\, j = 1, \ldots, n \quad (4)$$

Para compreensão desse PPL, pontua-se que, nas Equações de 1 a 4, k_j são os valores para cada constante de escala do critério j, n é o número total de critérios e v_j é a função valor, obtida através da Etapa 7. Assim, deve-se destacar que a Equação 1 busca analisar a diferença entre as alternativas, é utilizado a fim de analisar se uma alternativa A_i domina a outra A_k.

Dando continuidade a construção do modelo, na Etapa 10 realiza-se o processo de análise de sensibilidade, realizando variações percentuais sobre os dados de entrada do problema que apresentam incerteza em sua inferência, para observar como eles impactam sobre a sugestão de solução do modelo. Feito isso, na Etapa 11 analisam-se os resultados obtidos pelas Etapas 9 e 10, a fim de fornecer uma sugestão de implementação de solução na Etapa 12.

4. Aplicação do modelo

Inicialmente, apresenta-se o contexto da aplicação. Nessa perspectiva, um dono de uma loja de suplementos naturais estava recebendo requisições de alguns clientes para adicionar suplementos proteicos que não tivessem lactose, porque estes clientes apresentavam intolerância a esse carboidrato. Dessa forma, o dono da loja buscava saber quais suplementos proteicos deveriam

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

ser priorizados, para que ele pudesse adquirir eles, a fim de comercializá-los a granel. Contudo, foi pontuado por ele a necessidade de atendimento a múltiplos objetivos que são observados por ele durante a compra, de modo que se realizou a aplicação de metodologias multicritério para tal.

Desse modo, na Etapa 1, observa-se que o decisor se enquadra enquanto o dono da loja, o qual busca vender esses suplementos proteicos a granel, ao passo que o especialista do problema foi uma nutricionista, que auxiliou com fornecimento de informações factuais sobre o problema. Ademais, observa-se que os *stakeholders* da situação foram os clientes recorrentes que possuem intolerância a lactose.

Em seguida, na Etapa 2, o dono da loja pontuou que buscava suplementos proteicos que atendessem a requisição dos seus clientes intolerantes, mas que também apresentassem uma alta quantidade de proteínas, baixo preço, grande quantidade de dias para vencimento depois de aberto, devido ao fato que ele realiza a venda desse suplemento a granel, tendo que abrir os suplementos para tal. Em adição, foi pontuado também que ele buscava suplementos com menos calorias e com menor taxa de carboidratos, pois não buscava vender hipercalóricos, além de suplementos que fossem bem quistos pelos consumidores.

A partir dos objetivos do decisor, foram construídos cinco critérios para a análise da situação problemática. Primeiramente, o critério “Proteínas”, baseado no objetivo e buscar suplementos com maior quantidade de proteínas, se apresenta enquanto critério quantitativo de maximização, obtido através da relação de gramas de proteína por grama da porção do suplemento proteico. Nesse sentido, pontua-se que essa relação de grama por porção foi utilizada por não haver um padrão de gramatura de porção, havendo porções que variaram entre 30g e 40g, dentre as alternativas analisadas.

Dando continuidade, o critério “Preço” foi construído a partir do objetivo de reduzir preço de compra dos suplementos, a fim de vender produtos mais baratos para os clientes. Nesse sentido, pontua-se que este é um critério quantitativo de minimização, que foi mensurado por meio do valor, em reais, para a compra de um quilo daquele suplemento. Além disso, o critério “Vencimento”, relacionado ao objetivo de produtos que possuam maior validade após abertos, foi construído a partir da informação dos suplementos sobre quantos dias após aberto aquele produto ainda pode ser consumido, de modo que este critério se apresenta como um critério quantitativo de maximização.

O critério “Carboidratos”, por sua vez, busca atender o objetivo de selecionar suplementos com menor taxa de carboidratos. Pontua-se que esse é um critério quantitativo e de minimização, que foi mensurado através da quantidade de gramas de carboidrato por gramas da porção. Por fim, o critério “Avaliações” foi construído a partir do objetivo de buscar suplementos que sejam bem quistos pelos consumidores. Nesse sentido, seus dados foram obtidos através de sites de compras *on-line*, em que se considerou *wheys* com no mínimo 500 avaliações, sendo esse um critério quantitativo e de maximização.

Outro ponto importante de ser adicionado é que a quantidade de calorias não foi mensurada nos critérios, visto que possui uma relação de exaustividade com os critérios de “Proteínas” e “Carboidratos”, devido ao fato que maiores concentrações desses macros nutrientes – sobretudo do último – geram maiores quantidades de calorias para o suplemento proteico. Por fim, a taxa de gordura dos *wheys* analisados foi pequena, de modo que se tornou irrelevante analisar esse critério, bem como as calorias por gordura.

Dando continuidade, na Etapa 4, foi definido que se tratava de um problema de ordenação, posto que o dono da loja buscava uma sugestão de priorização. Também é importante pontuar que foram consideradas restrições sobre quais suplementos seriam analisados. Dessa forma, conforme sugestão da nutricionista, apenas *wheys* isolados e zero lactose foram considerados, devido ao fato de apresentarem macros nutrientes mais ricos e um sabor mais agradável. Assim, o dono da loja preferiu que opções como a albumina fossem desconsideradas pelo seu sabor menos agradável e menor qualidade de proteínas. Ademais, o *whey* vegano que foi desconsiderado, deve-se ao fato do sabor e de que nenhum dos clientes era vegano ou vegetariano.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

Outros pontos fundamentais sobre a construção da matriz de consequências é que foram considerados apenas *wheys* que tivessem uma relação de 0.7g de proteína por g da porção. Em adição, *wheys* que apresentassem uma quantidade grande de carboidratos foram desconsiderados, posto que o dono da loja não buscava vender suplementos hipercalóricos. Por fim, o valor de compra de cada suplemento proteico foi obtido através da informação repassada pelo fornecedor de confiança do dono da loja de produtos naturais. A partir disso, a matriz de consequências, presente na Tabela 1, foi construída.

Tabela 1 - Matriz de consequências

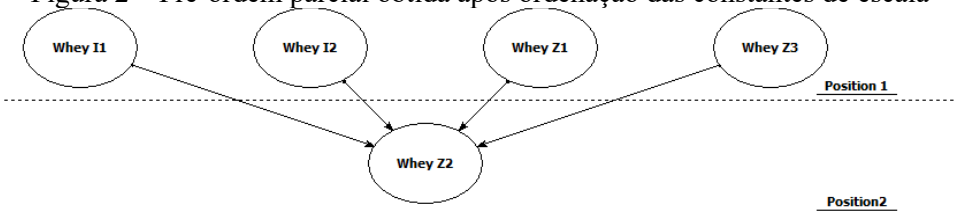
Suplemento	Proteínas	Preço	Vencimento	Carboidratos	Avaliações
Whey Isolado 1	0.83	180	60 dias	0.050	4.3
Whey Isolado 2	0.80	273.32	180 dias	0.067	4.7
Whey Zero Lactose 1	0.87	144.99	30 dias	0.212	4.4
Whey Zero Lactose 2	0.70	202.19	30 dias	0.107	4.4
Whey Zero Lactose 3	0.80	135.58	30 dias	0.100	4.6

Fonte: Autores (2025)

Continuando a aplicação, na Etapa 5, destaca-se que fatores não controlados não foram considerados neste problema, a fins de simplificação. Em seguida, na Etapa 6, após analisar a racionalidade compensatória do decisor, atrelada a informações parciais e à busca de um método de elicitação flexível e interativa, o método selecionado foi o FITradeoff para ordenação. Para tal, foi utilizado o Sistema de Apoio à Decisão (SAD) do FITradeoff [de Almeida et al. 2021], o qual está disponível gratuitamente no *site* <www.fitradeoff.org>.

Por conseguinte, durante a Etapa 7, foram consideradas funções valores lineares para todos os critérios do problema, devido ao fato dessa normalização se encaixar melhor às preferencias do decisor, visto que ele considerou que variações de desempenho de mesmo valor, possuíam a mesma atratividade. Na Etapa 8, iniciando com a ordenação das constantes de escala, foi utilizada a visualização padrão, através de comparação entre pares de melhor e pior consequência em dois critérios diferentes. Essa elicitação foi escolhida para evitar possíveis confusões entre as ideias de constante de escala e peso, pois ela apresenta mais diretamente a comparação entre desempenhos. A partir disso, o dono da loja forneceu a seguinte ordenação das constantes de escala: $k_{proteínas} > k_{preço} > k_{vencimento} > k_{carboidratos} > k_{avaliações}$. Com essas informações, o modelo convergiu a uma pré-ordem parcial, atualizando o PPL (Etapa 9), de modo que esse resultado parcial pode ser observado no diagrama de Hasse da Figura 2.

Figura 2 – Pré-ordem parcial obtida após ordenação das constantes de escala



Fonte: Autores (2025)

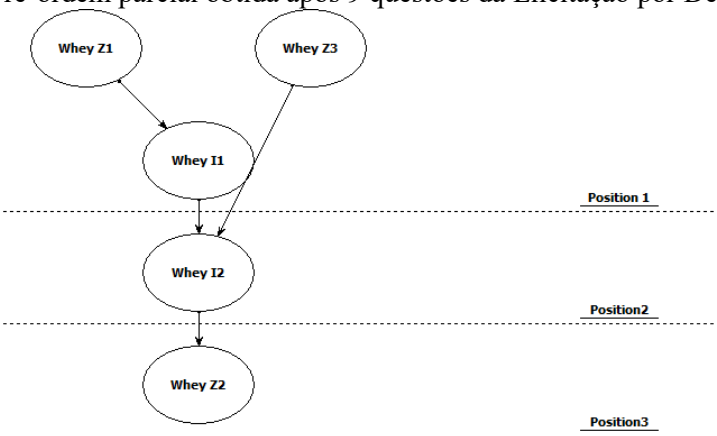
A partir disso, observa-se que a alternativa “Whey Zero Lactose 2” foi dominada por todas as outras. Isso ocorreu devido ao fato que ela possui um desempenho ruim em todos os critérios, tendo o pior desempenho em “Proteínas” e “Vencimento” (critérios com a maior e a terceira maior constantes de escala), além de desempenhos superados por outras alternativas nos demais critérios.

Dando continuidade, retornando para a Etapa 8 e ações que atualizam o espaço de constantes de escala, o dono da loja se sentiu mais confortável para realizar o processo de Elicitação

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

por Decomposição. Com isso, ele respondeu 9 perguntas desse processo e, após a nona pergunta, o Diagrama de Hasse foi atualizado para uma nova pré-ordem parcial, observada na Figura 3.

Figura 3 – Pré-ordem parcial obtida após 9 questões da Elicitação por Decomposição



Fonte: Autores (2025)

Foi questionado para o dono da loja se ele se sentia confortável em realizar o processo de Avaliação Holística, a fim de tentar obter o resultado de forma mais rápida, visto o fato da grande quantidade de perguntas realizadas previamente. Contudo, ele disse que preferia seguir realizando os processos de Elicitação por Decomposição. Desse modo, após 12 perguntas, o modelo convergiu a uma pré-ordem total, finalizando as Etapas 8 e 9. A síntese dos ciclos realizados pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Síntese dos ciclos realizados

Ciclo	Consequência A	Consequência B	Resposta	N° de níveis
0	Ordenação das constantes de escala...			2
1	Proteínas (0,78)	Avaliações (4,70)	A	2
2	Proteínas (0,78)	Preço (136)	B	2
3	Preço (204)	Vencimento (180)	B	2
4	Vencimento (105)	Carboidratos (0,05)	A	2
5	Carboidratos (0,13)	Avaliações (4,70)	B	2
6	Proteínas (0,83)	Preço (136)	B	2
7	Preço (170)	Vencimento (180)	A	2
8	Vencimento (68)	Carboidratos (0,05)	B	2
9	Carboidratos (0,09)	Avaliações (4,70)	A	3
10	Proteínas (0,85)	Preço (136)	B	3
11	Preço (187)	Vencimento (180)	B	3
12	Carboidratos (0,11)	Avaliações (4,70)	A	5

Fonte: Autores (2025)

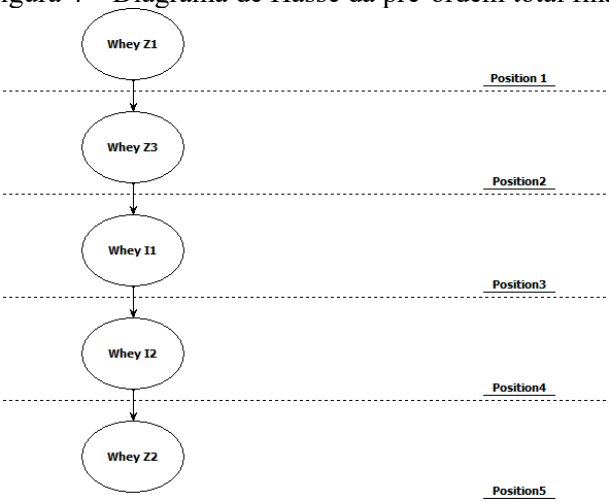
Por conseguinte, foram aplicadas variações percentuais sobre os dados de entrada que apresentavam incerteza (Etapa 10), para realizar a análise dos resultados obtidos pelo modelo (Etapa 11) e, em seguida, sugerir uma implementação de priorização de suplementos proteicos (Etapa 12). Os resultados dessas etapas serão discutidos na Seção 5 deste trabalho.

5. Discussão dos resultados

Conforme analisado previamente, após a décima segunda pergunta, o modelo convergiu a uma pré-ordem total, conforme pode ser observado na Figura 4.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

Figura 4 – Diagrama de Hasse da pré-ordem total final



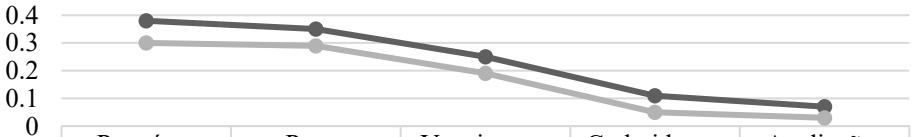
Fonte: Autores (2025)

Assim, analisa-se que o suplemento “Whey Zero Lactose 1” e “Whey Zero Lactose 3” se mantiveram nas primeiras posições devido ao fato que eles apresentam bom desempenho, de modo geral, sobretudo nos critérios de “Proteínas”, que possui maior valor de constante de escala, e de “Preço”, que possui o segundo maior valor de constante de escala. Assim, tais fatores justificam a melhor colocação desses suplementos proteicos.

Por sua vez, os suplementos "Whey Isolado 1” e “Whey Isolado 2” se mantiveram na terceira e quarta posições, respectivamente, pois, apesar de bons desempenhos nos critérios de “Proteína” e “Vencimento” – maior e terceira maior constante de escala, respectivamente –, eles apresentaram desempenhos inferiores no critério de “Preço”. Torna-se importante pontuar, inclusive, que o suplemento “Whey Isolado 2” possui um desempenho pior nesse critério, de modo que foi mais impactado na agregação aditiva. Por fim, como observado anteriormente, o suplemento “Whey Zero Lactose 2”, que foi dominado por todos os outros no Ciclo 0, apresenta um desempenho ruim, de forma geral, em todos os critérios.

Em seguida, observa-se quais valores de constantes de escala foram obtidos durante as restrições obtidas através das perguntas respondidas pelos doze ciclos da Elicitação por Decomposição. O Gráfico 1 apresenta o *range* do espaço de valor das constantes de escala.

Gráfico 1 – Range do espaço de valores das constantes de escala



	Proteínas	Preço	Vencimento	Carboidratos	Avaliações
Valor máximo	0.38	0.35	0.25	0.11	0.07
Valor mínimo	0.3	0.29	0.19	0.05	0.03

Fonte: Autores (2025)

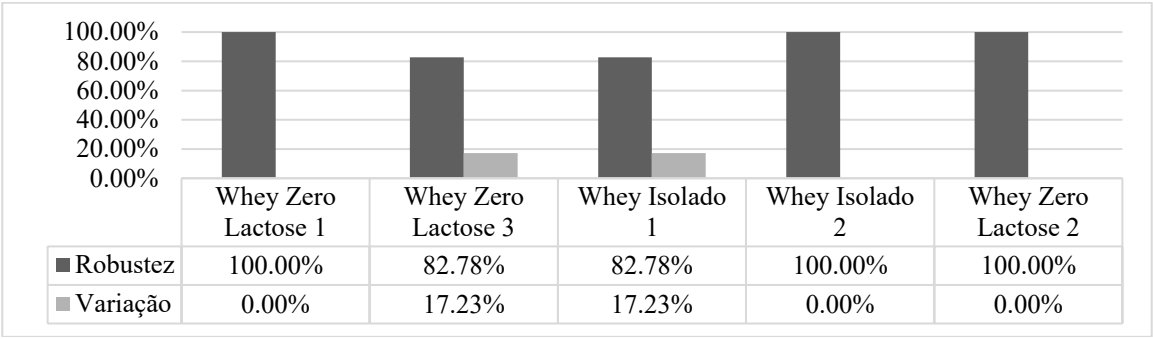
Observa-se que, de modo geral, os valores das constantes de escala apresentaram proximidade entre os valores máximos e mínimos para cada critério. A partir disso, observa-se que a maior diferença em valor absoluto ocorreu no critério “Proteínas”, com uma variação de 0.08, ao passo que a menor variação ocorreu no critério “Avaliações”, com um valor de 0.04. Contudo, ao analisar sobre a ótica de proporcionalidade, observa-se que a variação do critério “Avaliações” é tão alta que supera o limite mínimo e representa mais da metade da constante de escala em seu

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

limite máximo, de modo que ele, apesar de ter a menor variação absoluta, tem a maior variação percentual. Outro ponto a ser observado é que os critérios de maiores valores de constante de escala se apresentaram com a maior concentração de impacto sobre o valor global de cada suplemento.

Em seguida, para observar a robustez da solução do modelo, foram aplicadas variações percentuais sobre os dados de entrada que apresentavam incerteza em sua inferência, na Etapa 10. Assim, foram realizadas variações de ±10% sobre os dados de entrada do critério "Avaliações", uma vez que os *feedbacks* dos usuários em um *site* de compras não representam a totalidade dos consumidores daquele produto, de modo que há incerteza sobre a inferência desse dado. Os demais critérios, por sua vez, não sofreram variações percentuais sobre seus dados de entrada, uma vez que eles foram inferidos com precisão. O Gráfico 2 apresenta os resultados da análise de sensibilidade, após aplicação dessas variações percentuais sobre 1000 casos simulados.

Gráfico 2 – Resultados da análise de sensibilidade



	Whey Zero Lactose 1	Whey Zero Lactose 3	Whey Isolado 1	Whey Isolado 2	Whey Zero Lactose 2
Robustez	100.00%	82.78%	82.78%	100.00%	100.00%
Variação	0.00%	17.23%	17.23%	0.00%	0.00%

Fonte: Autores (2025)

Assim, a partir dos resultados obtidos, observa-se que a solução do modelo é robusta, uma vez que, de forma majoritária, não ocorreram variações de posição dos suplementos e, quando ocorreram, foram variações de menor impacto (17.23%). Isso possivelmente ocorreu devido ao fato de as variações percentuais terem sido aplicadas sobre o critério com menor constante de escala.

Dados os resultados obtidos nas Etapas 9 e 10, analisou-se sobre a sugestão de priorização e sobre a robustez da solução, na Etapa 11. Nessa perspectiva, nota-se que o modelo se destaca por fornecer um processo de tomada de decisão estruturado para uma loja de produtos naturais, facilitando a compra de suplementos proteicos. Outro ponto importante é que a aplicação de metodologias de decisão multicritério permitiu a inclusão de preferência do dono da loja e dos clientes sobre o modelo. Assim, o modelo se destaca pelo seu fornecimento de suporte para a gestão de uma empresa de um microempreendedor.

Ademais, a presença do auxílio de um nutricionista foi fundamental para que fosse realizada uma melhor análise de fatores nutricionais dos alimentos – tais como aqueles referentes a proteínas e carboidratos, além de questões associadas a quais suplementos proteicos considerar na análise. Logo, o modelo também se destaca por permitir a inclusão de aspectos nutricionais sobre a análise da situação, a fim de promover a priorização de suplementos considerando pontos fundamentais para pessoas que buscam alimentação mais saudável.

Por conseguinte, a partir dessas análises, foi sugerida a implementação (Etapa 12) da solução, a partir da priorização da compra dos suplementos "Whey Zero Lactose 1" e "Whey Zero Lactose 3", pontuando que o suplemento "Whey Isolado 1" também poderia ser um suplemento interessante para ser adquirido.

6. Conclusão

Diante do problema de priorização de suplementos proteicos, foi proposto um modelo multicritério, o qual utilizou o método compensatório FITradeoff para ordenação durante o processo decisório. Esse trabalho explorou fatores de quantidade proteica por porção, o preço de

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

compra do suplemento, o prazo de vencimento, o teor de carboidratos e as avaliações de outros consumidores sobre aquele suplemento proteico.

Destaca-se que todo o processo decisório foi acompanhado por um nutricionista atuando no papel de especialista, auxiliando o dono da loja em seu processo de escolha. Para esse trabalho, os clientes recorrentes, que apresentavam intolerância a lactose, foram considerados enquanto *stakeholders* do problema e tiveram suas opiniões analisadas e inseridas no modelo.

Com a aplicação do modelo, estabeleceu-se que os suplementos "Whey Zero Lactose 1" e "Whey Zero Lactose 3" constituem-se como boas alternativas para a loja adquirir. Nessa perspectiva, a análise de sensibilidade demonstrou que, mesmo com variações no critério de avaliações dos clientes, estes suplementos mantiveram-se como melhor sugestão de priorização, devido ao fato da solução do modelo se apresentar enquanto robusta tendo baixa taxa de variação.

Assim, o modelo demonstrou eficácia ao auxiliar o dono da loja na priorização de suplementos proteicos, alinhando-se às suas preferências e às dos clientes. Isso reforça a relevância de estudos que ofereçam soluções para problemas similares. A partir disso, destaca-se que o modelo estrutura o processo decisório em lojas de produtos naturais, facilitando a compra de suplementos e servindo como ferramenta de gestão para microempreendedores. Além disso, incorpora critérios nutricionais, garantindo a seleção de opções que atendam a uma alimentação mais saudável.

Ademais, durante a aplicação do modelo, também se observou os principais benefícios do FITradeoff. Dando destaque à disponibilidade de um SAD, à flexibilidade do processo em trocar o modo de comparação de Elicitação por Decomposição e Avaliação Holística.

Para trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento do estudo com a introdução de outros critérios relevantes no modelo, como sabores disponíveis e quantidade de complexos vitamínicos. Outra ideia de trabalho futuro seria a aplicação de metodologias multicritério para priorização de outros produtos vendidos na loja de suplementos naturais.

Referências

Akbari, A., Moazen, M., Babajafari, S., Abdollahzadeh, S. M., Zahedani, M. R., Sasani, N., & Kazemi, A. (2023). Acute or Short-term Effects of Whey Protein Alone or Along with Carbohydrate on Inflammation: A Systematic Review of Clinical Trials:-. *Galen Medical Journal*, *12*, e2441.

Aryana, K. J., Haque, Z. Z., & Gerard, P. D. (2002). Influence of whey protein concentrate on the functionality of egg white and bovine serum albumin. *International Journal of Food Science and Technology*, *37*(6), 643-652.

Bulgaru, V., Popescu, L., & Siminiuc, R. (2021). Lactose intolerance and the importance of lactose-free dairy products in this condition. *Journal of Social Sciences*, (4), 119-133.

Casas-Rosal, J. C. et al. (2021). Food market segmentation based on consumer preferences using outranking multicriteria approaches. *International Transactions in Operational Research*, 0: 1-30.

de Almeida, A. T., Cavalcante, C. A. V., Alencar, M. H., Ferreira, R. J. P., de Almeida-Filho, A. T., & Garcez, T. V. (2015). *Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis* (Vol. 231). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

de Almeida, A. T., de Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S., & de Almeida-Filho, A. T. (2016). A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. *European Journal of Operational Research*, *250*(1), 179-191.

de Almeida, A. T., Frej, E. A., & Roselli, L. R. P. (2021). Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff. *Central European Journal of Operations Research*, *29*, 7-47.

De Almeida, A. T.; Frej, E. A.; Almeida, J. A.; Ribeiro, M. L. S.; Roselli, L. R. P.; Vieira, M. J. L.; Borba, L. B.; Santo, P. P. P. E. FITradeoff-Web. 2021. Programa de Computador. Número do registro: BR512021001368-9, data de registro: 29/06/2021, título: "FITradeoff-Web", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

de Almeida, J. A., Frej, E. A., Roselli, L. R. P., & de Almeida, A. T. (2024). Analytical aspects of combining holistic evaluation and decomposition elicitation for preference modeling in the FITradeoff method. *International Transactions in Operational Research*.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br

Frej, E. A., de Almeida, A. T., & Costa, A. P. C. S. (2019). Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. *Operational Research*.

French, S. A., Story, M., & Jeffery, R. W. (2001). Environmental influences on eating and physical activity. *Annual review of public health*, *22*(1), 309-335.

Hattori, C. M., Tiselius, H. G., & Heilberg, I. P. (2017). Whey protein and albumin effects upon urinary risk factors for stone formation. *Urolithiasis*, *45*, 421-428.

Heelan, B. A., & Corrigan, O. I. (1998). Preparation and evaluation of microspheres prepared from whey protein isolate. *Journal of Microencapsulation*, *15*(1), 93-105.

Larose, D. et al. (2023). Interventions to promote healthy lifestyle behaviors in children and adolescents in summer day camps: a scoping review. *BMC Public Health*, 23(1), 1-28.

Liechti, C. et al. (2022). How to Select a Representative Product Set from Market Inventory? A Multicriteria Approach as a Base for Future Reformulation of Cookies. *Frontiers in nutrition*, 8, 1228.

Melchior, S., Moretton, M., Alongi, M., Calligaris, S., Nicoli, M. C., & Anese, M. (2023). Comparison of protein in vitro digestibility under adult and elderly conditions: The case study of wheat, pea, rice, and whey proteins. *Food Research International*, *163*, 112147.

Michie, S., Abraham, C., Whittington, C., McAteer, J., & Gupta, S. (2009). Effective techniques in healthy eating and physical activity interventions: a meta-regression. *Health psychology*, *28*(6), 690.

Miyazaki, M., & Esser, K. A. (2009). Cellular mechanisms regulating protein synthesis and skeletal muscle hypertrophy in animals. *Journal of applied physiology*, *106*(4), 1367-1373.

Moore, D. R., Camera, D. M., Areta, J. L., & Hawley, J. A. (2014). Beyond muscle hypertrophy: why dietary protein is important for endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *39*(9), 987-997.

Nogueira, P. L., de Paula, C. C., Dock-Nascimento, D. B., & de Aguilar-Nascimento, J. E. (2024). Metabolic effects of an oral carbohydrate–whey protein supplement after fasting in volunteers: A randomized controlled crossover trial. *Nutrition*, *117*, 112251.

Oliveira, H. S.; Oliveira, H. S.; Gomes Neto, A. M.; de Almeida, J. A. MODELO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE FONTES DE PROTEÍNAS DE DIETA PARA AUXILIAR NA HIPERTROFIA. In: *Anais LV SBPO.* São José dos Campos. SOBRAPO.

Paquette, M. C. (2005). Perceptions of healthy eating: state of knowledge and research gaps. *Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique*, *96*(Suppl 3), S16.

Pearson, A. G. et al. (2022). The impact of dietary protein supplementation on recovery from resistance exercise-induced muscle damage: A systematic review with meta-analysis. European *Journal of Clinical Nutrition*, 1-17.

Pelitli, T. et al. (2020). The Determination of Food Preferences with PROMETHEE Multi-criteria Decision-Making Method: A Web-Based Application. In *Economic and Financial Challenges for Balkan and Eastern European Countries: Proceedings of the 10th International Conference on the Economies of the Balkan and Eastern European Countries in the Changing World (EBEEC) in Warsaw, Poland 2018*, 329-341. Springer International Publishing.

Roy, B. (1996). Multicriteria methodology for decision aiding. Springer Science & Business Media.

Vieira, G. B., Souza, Y. L. D., Simões, A., de Almeida, J. A., & Belderrain, M. C. N. (2024). Using Value-Focused Thinking in an integrated process to support decisions. *Pesquisa Operacional*, *44*, e276110.

Xiao, J., Ma, J., Khan, M. Z., Alugongo, G. M., Chen, T., Liu, S., … Cao, Z. (2023). Unlocking the potential of milk whey protein components in colorectal cancer prevention and therapy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *64*(33), 12961–12998.

Yang, L., Dong, H., Wang, J., Dadmohammadi, Y., Zhou, Y., Lin, T., ... & Abbaspourrad, A. (2024). Fabrication and characterization of whey protein isolate-tryptophan nanoparticles by pH-shifting combined with heat treatment. *Food Research International*, *196*, 115031.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212662
https://proceedings.science/p/212662?lang=pt-br