



Modelo de Decisão Multicritério Compensatório para Avaliação e Seleção de Portfólio de Projetos de Novos Produtos

**Maria Gabriela dos Santos Monteiro (Modelling and Alignment of
Portfolio and Strategy – MAPS / Universidade Federal de Pernambuco)**
gabriela.monteiro.311@gmail.com

**Adryelle Sanae Julio (Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy
– MAPS / Universidade Federal de Pernambuco)**
drica_sanae@hotmail.com

**Jônatas Araújo de Almeida (Modelling and Alignment of Portfolio and
Strategy – MAPS / Universidade Federal de Pernambuco)**
jonatasaa@yahoo.com.br

A tomada de decisão certa na seleção de portfólio de produtos é importante para que a empresa atenda as exigências dos clientes, as inovações, se mantenha competitiva, além de conseguir cumprir as mudanças necessárias exigidas ambientalmente e socialmente. O artigo tem como objetivo apresentar um modelo desenvolvido para a solução de problemas de tomada de decisões reais na seleção de portfólio de projetos de produtos, de maneira precisa e eficiente. O modelo proposto no artigo agiu de forma robusta e apto para a solução da problemática.

Palavras-chave: Seleção de Portfólio, MCDA, Projetos de Novos Produtos.

1. Introdução

Atualmente, a globalização do mercado influencia cada vez mais na competitividade das empresas. Essa competitividade ocorre em todos ambientes, sejam de negócios, de firma ou na tomada de decisão dos gestores. Com isso, a cada dia que passa, há necessidade de as empresas estarem sempre se inovando e melhorando seus produtos ou recursos para permanecer nesse mercado competitivo.

Segundo Reliche e Pawlewisk (2017), o desenvolvimento de novos produtos NDP (New Project Development) é uma ferramenta de sucesso importante que sustenta a vantagem competitiva e os negócios de sucesso da empresa, sendo assim crucial o investimento em NPD. Nessa mudança caótica e rápida de ambiente, o crescimento contínuo e o desenvolvimento duradouro existente de empresas dependem do sucesso do novo produto em desenvolvimento (CAMPBELL & COOPER, 1999).

De acordo com Cooper et. al. (1999), o processo de gestão de portfólio é a revisão e análise incessante, assim sendo necessário que os projetos sejam analisados em relação a sua evolução, resultados e viabilidade para permanecerem no portfólio da empresa. Rozenfeld et al. (2006) afirma que a gestão de portfólio de produto deve fornecer planejamento integrado dos produtos a serem desenvolvidos tanto os que estão em fase de desenvolvimento, quanto os que já estão no mercado.

A gestão de portfólio de produtos está ganhando importância, pois as linhas de pesquisas mais relevantes na gestão do processo de desenvolvimentos de produtos (PDP) procuram retratar quais técnicas de gestão elevam o desempenho do processo e a probabilidade de sucesso dos produtos a serem desenvolvidos (KAHN et. al., 2006).

Portanto, as empresas querem sempre atualizar seu portfólio de produtos trazendo novas tendências, contudo, na maioria das vezes, elas acabam tendo critérios mal estabelecidos, coletas de informações mal elaboradas ou escolhas de projetos imprecisos e então a ideia acaba não sendo atingida e não satisfaz a necessidade do seu público-alvo. Além disso, vale ressaltar que a escolha equivocada de uma alternativa de NPD ou seleção de portfólio pode trazer sérias consequências como lançamento de produto em momento inapropriado, desaceleração econômica, falta de recursos, altos custos entre outros. Por isso, se faz válido enfatizar a importância da seleção de um portfólio de projeto de produto que cumpra tanto com o escopo estabelecido como também agrade o consumidor final e suas necessidades.

Machacha e Bhattacharya (2000) apontaram que, ao selecionar o portfólio de projetos, a tarefa mais difícil que o gerente enfrenta é triagem do projeto com a melhor rentabilidade potencial em cumprir o objetivo das empresas, principalmente quando há uma concorrência acirrada causando uma certa pressão.

Além das necessidades de atender as exigências dos clientes, as inovações e se manter competitiva, a tomada de decisão certa na seleção de portfólio de produtos é importante também para que a empresa cumpra com as mudanças necessárias exigidas ambientalmente, atender as necessidades sociais, conseguir se adequar a limitação de insumos e entre outros fatores.

Neste contexto, o artigo tem como objetivo fazer uma revisão da literatura baseado em dados reais sobre seleção de portfólio de projetos de produtos, onde é apresentado o modelo desenvolvido, para resolver problemas de tomada de decisões reais de forma mais precisa e eficiente.

2. Referencial teórico

2.1. Seleção de projeto de produto

Diante da análise e revisão da literatura acerca do tema, verificou-se que existem trabalhos que retratam seleção de um projeto de produto. Um dos artigos encontrados que realiza a seleção de um projeto do produto é o de Crnjac et. al. (2019), o qual une o método PROMETHEE e Taguchi para selecionar um projeto de uma máquina fresadora.

Para um caso como esse, é válido salientar que a seleção é bastante limitada, pois não se trata de um portfólio de produtos, onde há várias possibilidades para inovação, e nem de vários projetos diferentes, mas sim de um aperfeiçoamento de um projeto que já existia e que só seria adaptado

2.2. Seleção de portfólio de novos produtos

Selecionar o melhor portfólio de projetos que atende as necessidades da empresa diante de um ambiente totalmente dinâmico, instável e altamente competitivo é uma etapa que deve ser feita com bastante cautela. Na maioria das vezes os tomadores de decisão se deparam com interdependências de projetos, portfólios inviáveis e dados imprecisos. Nosso problema se encaixa na problemática de seleção de portfólio de projetos descrita por Belton e Stewart (2002).

De acordo com Reliche e Pawlewisk (2017), a seleção de portfólio de projetos de novos produtos é uma das decisões cruciais da companhia. Ao aceitar um determinado portfólio de produtos a empresa concorda que tem recursos disponíveis para produção, uma estrutura adequada para a execução de cada procedimento e principalmente trata aquela escolha como a que correspondeu as estratégias de negócio da empresa.

O gerenciamento de portfólio é crítico, complexo, e uma grande variedade de modelos de seleção de projetos foram criados. Eles podem ser agrupados em três categorias gerais: abordagens de gerenciamento estratégico, métodos de medição de benefícios e métodos matemáticos com abordagens de programação (COOPER ET. AL.,1998). Mesmo com essa variedade de modelos, tratar com precisão todas as variáveis do problema ainda é um desafio. É necessário que o tomador de decisão pense que essa escolha envolve uma decisão multicritério. Devem ser avaliados riscos, aspectos quantitativos e qualitativos, marketing, desempenho do projeto, custos, capacidade tecnológica, atratividade no mercado e principalmente atender as necessidades do público alvo.

Na literatura, é dada uma sugestão da utilização da análise de decisão fuzzy, para as escolhas que envolvem decisão de multicritério. Segundo Herrera & Herrera-Viedma (2000), as informações necessárias para tomar uma boa decisão podem ser incertas, vagas e imprecisas, com isso, a tomada de decisão em grupo com vários critérios fuzzy pode ser uma técnica apropriada para tomar melhores decisões desse tipo.

Estudando casos de seleção de portfólio de novos produtos, na literatura, foram encontrados alguns casos em que o escritor titula o artigo como seleção de portfólio de produtos, mas na verdade é planejamento da produção, o qual não é o foco deste artigo. Isso ocorre, por exemplo, no artigo de Alfieri et. al (2020) onde propõe o algoritmo de pesquisa tabu para resolver o problema de encontrar o conjunto de produtos pré-configurados a serem oferecidos aos clientes. Este problema é modelado como um problema de multiobjetivo de seleção de portfólio de produtos. Por outro lado, temos outro artigo proposto por Reliche e Pawlewisk(2017), onde trata do desenvolvimento e design de um sistema baseado em estudo para avaliar definições de novos produtos e escolher o portfólio de produto, o qual é a abordagem desejada no artigo.

2.3. Modelos multicritério para seleção de portfólio de projetos

Segundo Vetschera e Almeida (2012), em termos gerais, um problema de portfólio pode ser definido como um problema que envolve a seleção de um ou vários dentre um conjunto de itens

possíveis, sob algumas restrições, que limitam a possibilidade de selecionar itens, onde os resultados são determinados por alguma agregação de propriedades dos itens selecionados. O problema de seleção de portfólio são muito mais complexos que de uma única escolha, devido a isso deverá dar mais atenção nas escolhas de escalas. Pesquisadores estão adentrando nesse estudo e propondo soluções para essa problemática utilizando modelos baseados em métodos como PROMETHEE, funções valor multi-atributo e modelo aditivo que se dividem entre métodos compensatórios e não compensatórios. De acordo com Vetchera e Almeida (2012), o método PROMETHEE, não compensatório, foi encontrado como um dos mais amplamente utilizados para aplicações que envolvem a problemática de seleção de portfólio. Eles trazem o desenvolvimento de métodos diferentes para essa seleção com base no método PROMETHEE e um estudo computacional comparando a qualidade das soluções obtidas com esses métodos, bem como o PROMETHEE V.

Contudo, o modelo aditivo é o mais utilizado dentre os outros, pelas suas características de um modelo compensatório, ele busca não só atribuir valores para os múltiplos atributos do problema, como as demais metodologias propostas, que inclui alguns requisitos nas escalas de medição para esses valores dos atributos que são desconsiderados nas outras abordagens. De Almeida et.al (2014) trazem para essa problemática o uso do modelo aditivo e enfatizam a importância desse modelo na seleção de portfólio. No entanto, essa abordagem requer a agregação de pontuações de itens individuais para uma pontuação do portfólio. Em uma formulação de programação matemática, essa agregação geralmente é realizada como uma soma dos valores dos itens contidos no portfólio. Entretanto, essa formulação impõe certos requisitos nas escalas de medição usadas para os itens, que são frequentemente ignorados na literatura existente.

3. Descrição do modelo

O objetivo do presente artigo é propor um modelo multicritério de avaliação e seleção de portfólio de projetos de novos produtos, considerando uma perspectiva compensatória através do uso do modelo de agregação aditiva determinístico, observando a questão de escala observada por Almeida et. al. (2014).

Diante do caso exposto, o modelo foi aplicado ao conjunto de dados apresentado, realizando a avaliação dos projetos e a seleção de um portfólio de novos produtos com projetos que respeitem o orçamento definido. em questão utilizando o modelo aditivo demonstrado no artigo Almeida et. al. (2014).

Almeida et. al. (2014) assumem que a avaliação resulta de uma função valor aditiva representada pela equação 1.

Equação 1 – Modelo Aditivo

$$v(p_i) = \sum_{j=1}^m k_j v_j(x_{ij})$$

Onde,

x_{ij} é o desempenho obtido pelo item p_i no atributo j ;

v_j é a função de valor intracritério do atributo j ;

k_j é o peso (constante de escala) do atributo j .

$v(p_i)$ é o valor do projeto i .

De forma que os pesos devem estar normalizados, de acordo com a equação 2.

Equação 2 - Normalização dos Pesos

$$\sum_{j=1}^m k_j = 1$$

De acordo com De Almeida et al (2014), a função intracritério baseada em uma normalização intervalar é adequada para problemáticas de escolha, mas gera uma distorção em problemas de seleção de portfólio, onde portfólios com mais projetos possuem seus valores penalizados. Para resolver esse problema, os autores sugerem o uso da escala de razão. A função intracritério linear, considerada aqui, usando a normalização através de uma escala de razão é representada pela equação 3.

Equação 3 – Valor Intracritério

$$v(x_{ij}) = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}$$

Onde,

X_j^{max} é a melhor desempenho entre as alternativas no critério j ;

Como o modelo aditivo é um método compensatório, as constantes de escala sofrem influência da escala considerada na normalização utilizada na função intracritério, de forma que constantes de escala obtidas através de um processo de elicitação baseado em um contexto de escala intervalar devem ser adaptadas para o contexto de escala de razão através da equação 4, proposta por Almeida et. al. (2014).

Equação 4 - Cálculo dos pesos na abordagem de portfólio

$$q_j = \frac{k_j \cdot x_j^{max}}{x_j^{max} - x_j^{min}}$$

Onde,

q_j é o novo valor de peso no critério j no contexto de escala de razão;

k_j é peso original do critério j , no contexto de escala intervalar;

X_j^{\max} é a melhor desempenho entre as alternativas no critério j ;

X_j^{\min} é o pior desempenho entre as alternativas no critério j ;

Após a adaptação, as novas constantes de escala devem ser normalizadas novamente, de acordo com a equação 2.

Os valores de cada alternativa obtidos através da equação 1, considerando a escala de razão são adequados para o uso no cálculo da seleção do melhor portfólio a ser recomendado. A seleção do melhor portfólio é realizada através de uma programação linear binária, também conhecida como problema da mochila, representada na equação 5.

Equação 5 – Programação Linear Binária

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{i=1}^n v_{(p_i)} y_i \\ & \text{s. t.} \\ & \sum c_i y_i \leq B \end{aligned}$$

Onde $v_{(p_i)}$ e c_i são o valor e o custo do projeto i , respectivamente, B é o orçamento considerado para a seleção de portfólio e y_i é a variável de decisão binária que assumirá valor 1 caso o projeto i esteja incluído no portfólio e valor 0 caso contrário.

4. Aplicação do modelo

O modelo desenvolvido foi aplicado a uma versão adaptada do estudo de caso apresentado por Lin E Yang, (2014), onde uma certa empresa de tecnologia denominada BIT decide investir entre \$300–400 milhões em um portfólio de desenvolvimento de novos produtos, considerando um total de nove propostas de projeto. Os três critérios a serem avaliados foram: Aderência Estratégia, Valor do Novo Produto e Risco no desenvolvimento do novo produto, como restrição, apenas o orçamento foi imposto. A tabela 1 apresenta os valores dos pesos dos critérios.

Tabela 1 – Pesos originais dos critérios

Pesos dos Critérios		
Aderência Estratégia	Valor do Novo Produto	Risco no Desenvolvimento

0.8

0.65

0.65

Fonte: Adaptado de Lin e Yang (2014)

A tabela 2 contém os desempenhos de cada projeto nos critérios propostos, os quais formam a matriz de consequência. Foi considerado que as constantes de escala foram obtidas por um processo de elicitación através de um contexto de escala intervalar.

Tabela 2 – Matriz de Consequências

Projeto	Aderência Estratégia	Valor do produto	Risco no desenvolvimento
1	0.81	0.76	0.75
2	0.73	0.82	0.77
3	0.83	0.76	0.77
4	0.71	0.83	0.78
5	0.81	0.73	0.73
6	0.81	0.84	0.81
7	0.73	0.78	0.73
8	0.80	0.72	0.81
9	0.72	0.82	0.75

Fonte: Adaptado de Lin e Yang (2014)

A tabela 3 traz os pesos do problema adaptados para o contexto da escala de razão, através da equação 4, sendo estes pesos adaptados mais adequados para o problema de seleção de portfólio de projetos.

Tabela 3 – Pesos Adaptados para o contexto de escala de razão

Pesos dos Critérios		
Aderência Estratégia	Valor do Novo Produto	Risco no Desenvolvimento
0.33	0.27	0.39

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Na tabela 4 temos os custos de cada projeto, de forma que a escolha do portfólio deve respeitar o limite orçamentário de \$300 milhões.

Tabela 4 – Valores da restrição de compra

Projeto	Despesas (\$ milhões)
1	85
2	90
3	93
4	84
5	105

6	98
7	86
8	83
9	97

Fonte: Adaptado de Lin e Yang (2014)

Na tabela 5 é apresentado o valor final das alternativas calculados através das equações 1 e 3.

Tabela 5 – Valor das Alternativas

	Valor
PROJETO 1	0,9373
PROJETO 2	0,9332
PROJETO 3	0,9550
PROJETO 4	0,9329
PROJETO 5	0,9181
PROJETO 6	0,9917
PROJETO 7	0,9013
PROJETO 8	0,9485
PROJETO 9	0,9196

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Após realizar todas essas etapas, o valor das alternativas foi utilizado como função objetivo para modelar o problema de programação linear binária, considerando os custos de cada projeto e o limite orçamentário como restrição. O portfólio ótimo encontrado é representado através de um vetor binário onde o valor 1 indica a entrada do projeto no portfólio e o zero sua exclusão. O resultado obtido é apresentado na tabela 6.

Tabela 6 – Portfólio da recomendação inicial

	Valor
PROJETO 1	0
PROJETO 2	0
PROJETO 3	1
PROJETO 4	0
PROJETO 5	0
PROJETO 6	1
PROJETO 7	0
PROJETO 8	1
PROJETO 9	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

É necessário observar, no entanto, que o portfólio ótimo é a solução recomendada considerando que os parâmetros do modelo são precisos. Apesar disso, os pesos dos critérios são obtidos através de um processo de elicitación que tem como objetivo extrair a informação preferencial do decisor. Essa informação retrata o julgamento de valor do decisor, sendo bastante subjetiva e sujeita a imprecisão. Para tratar essa questão, foi realizada uma análise de sensibilidade, simulando 10 mil casos, onde novos pesos foram gerados aleatoriamente com uma variação de +/-20% em relação aos pesos originais. Vale salientar que todo o processo de normalização e demais passos citados anteriormente foram novamente utilizados para manipulação dos pesos. Com o resultado dos 10000 casos, comparou-se e foi feito a contagem de quantos portfólios eram iguais a solução inicial e quais foram as novas possibilidades. A tabela 7 retrata o resultado da análise de sensibilidade.

Tabela 7 – Resultado da Análise de Sensibilidade

	Inicial	P1
PROJETO 1	0	0
PROJETO 2	0	0
PROJETO 3	1	1
PROJETO 4	0	1
PROJETO 5	0	0
PROJETO 6	1	1
PROJETO 7	0	0
PROJETO 8	1	0
PROJETO 9	0	0
<i>Frequência</i>	9798	202

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

É possível perceber que apenas uma nova solução foi encontrada, chamada de P1. A solução inicial se repetiu em aproximadamente 98% dos casos e em apenas 2% uma solução nova (P1) foi recomendada. Além disso, pode-se perceber que a solução nova é semelhante à inicial, sendo apenas trocado o Projeto 8 pelo Projeto 4. Portanto, pode-se concluir que a solução inicial é robusta, quando considerada a imprecisão dos pesos dos critérios, pois dos três projetos selecionados, apenas um deles muda em 2% dos casos simulados.

5. Conclusão

O presente artigo apresentou um modelo de decisão multicritério para seleção de portfólio de projetos de novos produtos. Foi realizado um estudo da literatura sobre o tema abordado,

verificando que o uso de abordagem multicritério é bastante consolidado para a problemática de portfólio, porém que se deve tomar cuidado com problemas de escala quando se conecta os métodos de avaliação multicritério dos projetos com o cálculo do melhor portfólio.

O modelo apresentado utiliza o modelo aditivo para avaliação dos projetos, aplicando uma adaptação sobre os pesos para lidar com a questão de escala., onde se apresentou um modelo que de maneira eficaz e precisa resolveu os problemas de tomada de decisão existentes na seleção de portfólio de projetos de produtos. Para a aplicação do modelo, foi utilizado um estudo de caso de seleção de portfólio de novos produtos, adaptado da literatura.

Para lidar com a subjetividade inerente dos pesos, foi utilizada uma análise de sensibilidade através de simulação, onde foi verificado que a solução inicial se demonstrou bastante robusta à variação dos pesos, alterando apenas um projeto e em apenas 2% dos casos, ou seja, em 98% dos casos não houve qualquer alteração sobre a recomendação do modelo.

Pode-se concluir então que o modelo foi capaz de apresentar bons resultados ao conseguir lidar com o problema de seleção de portfólio de novos produtos, considerando o problema de escala e gerando informação ao decisor para que ele possa identificar as consequências da imprecisão dos parâmetros fornecidos para o modelo.

O modelo pode ser aplicado a problemas semelhantes de seleção de portfólio de produtos. É importante ressaltar que a imprecisão dos pesos é um tópico frequente na literatura e inerente à um problema multicritério, principalmente quando se lida com decisões de portfólio, onde o julgamento de valor do decisor pode ser ainda mais afetado devido ao fato de ser uma decisão a longo prazo.

Como sugestão de trabalhos futuros, indicamos a estruturação de problemas relacionados à composição de características de produtos, voltados à estruturação de problemas de seleção de portfólio.

Agradecimentos

Esse trabalho foi parcialmente apoiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

REFERÊNCIAS

- ALFIERI, A., CASTIGLIONE, C., PASTORE, E. **A multiobjective tabu search algorithm for product portfolio selection: A case study in the automotive industry.** Computers & Industrial Engineering 142 (2020).
- ALMEIDA, A. T. de, VETSCHERA, R., ALMEIDA, J. A. (2014). **Scaling Issues in Additive Multicriteria Portfolio Analysis.** In: Dargam F; Hernández J. E; Zaraté P; Liu S; Ribeiro R; Delibasic B; Papathanasiou J. Decision Support Systems III - Impact of Decision Support Systems for Global Environments. LNBIP 184 (Lecture Notes in Business Information Processing), Springer. pp. 131–140.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decisions analysis.** Kluwer Academic Publishers, 2002.
- CAMPBELL, A.; COOPER, R.G. (1999). **Do Customer Partnerships Improve New Product Success Rates?** Industrial Marketing Management 28:507–19.
- CRNJAC, M., ALJINOVIC, A., GJELDUM, N., MLANDINEO, M. **Two-stage product design selection by using PROMETHEE and Taguchi method: A case study.** Advances in Production Engineering & Management (2019).
- COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E, J. **New product portfolio management: practices and performance.** Journal of Product Innovation Management, v. 16, p. 331-351, 1999.
- COOPER, R.G.; EDGETT, S.J.; KLEINSCHMIDT, E.J. (1998) **Portfolio management for new product.** Perseus, Reading, MA
- HERRERA, F., & HERRERA-VIDEIRA, E. (2000). **Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information.** Fuzzy Sets and Systems, 115, 67–82.
- KAHN, K. B.; BARCZAK, G. & MOSS, R. **Perspective: establishing an NPD best practices framework.** The Journal of product innovation management, 2006, v. 23, p. 106-116.
- LIN, C.T., YANG, Y.S. **A Linguistic Approach to Measuring the Attractiveness of New Products in Portfolio Selection.** Group Decis Negot (2015) 24:145–169.
- MACHACHA, L. L.; BHATTACHARYA, P. A fuzzy-logic-based approach to project selection. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 47, n. 1, p. 65-73, 2000.
- RELICH, Marcin, PAWLEWSKI, Pawel. **A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects,** Neurocomputing 231 (2017) 19–27.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H. & SCALICE, R.; K. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

VETSCHERA, R., DE ALMEIDA, A.T., **A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems,** Computers & Operations Research, Volume 39, Issue 5, May 2012, Pages 1010-1020