



Pesquisa Operacional Comportamental na Engenharia de Sistemas Espaciais

Priscila Renata Barros Cardoso ¹, Ygor Logullo ²,
Christopher Shneider Cerqueira ³, Geilson Loureiro ⁴

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluna de Doutorado do curso de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais - CSE.

²Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil
Aluno de Mestrado do curso Pesquisa Operacional.

³Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil
Centro Espacial ITA - CEI.

⁴Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil
Curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais - ETE.

priscila.barros@inpe.br

Resumo. *Este artigo intenciona apresentar a Pesquisa Operacional Comportamental e iminentes contribuições advindas de estudos que contemplem os vieses passíveis de afetar o desenvolvimento de Sistemas Espaciais. O trabalho é parte de uma revisão sistemática do tema, destacando alguns artigos base para um aprofundamento visando atitudes de mitigação destes efeitos. Como resultado tem-se a ciência desta nova linha dentro da Pesquisa Operacional expandindo as fronteiras de conhecimento ao englobar os aspectos humanos na Engenharia de Sistemas Espaciais.*

Palavras-chave: Pesquisa Operacional Comportamental; BOR; Behavioral OR; Engenharia de Sistema Espaciais.

1. Introdução

Ao longo de todo o ciclo de vida na Engenharia de Sistemas são necessárias diversas tomadas de decisões pelos especialistas, engenheiros e todos os demais interessados no desenvolvimento do sistema. As decisões apesar de terem seu caráter centrado na busca do melhor sistema possível para atender as necessidades dos stakeholders, muitas vezes não detém-se a utilizar exclusivamente métodos de otimização sem considerar a subjetividade relativa ao envolvimento humano na construção e uso do sistema que será construído. No projeto podem surgir vieses cognitivos que inviabilizem a sequência ilesa e direcionem para uma arquitetura final recorrente limitada em criatividade de novas soluções, oportunidades de melhorias, economia de recursos, ou até mesmo comprometam por fim o atendimento ou modifiquem as expectativas dos stakeholders.

Kahneman (2012) escreveu sobre duas formas de pensar intrínsecas à mente humana, uma rápida e outra devagar, às quais uma seria mais intuitiva e emocional e outra mais lógica. O



autor, ganhador do Prêmio Nobel de Economia por contrapor a ideia da tomada de decisões essencialmente racional, discorreu sobre alguns dos vieses, impactando estudos em diversas áreas.

Na Engenharia de Sistemas, o SEBok (2021) cita que o viés cognitivo pode distorcer seriamente as tomadas de decisões, e que essas decisões equivocadas teriam contribuído para grandes catástrofes, como Challenger e Columbia. Também indica os artigos de Jackson (2017), Jackson e Harel (2017) e Jackson (2018) onde são considerados os vieses cognitivos na Engenharia de Sistemas.

O objetivo deste trabalho consiste em a partir desta preocupação evidenciada nas referências de Engenharia de Sistemas atuais, explorar alguns artigos que poderiam destacar atenção a estes aspectos humanos, exaltando a importância destas influências e como mitigar os efeitos indesejados.

2. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho foi uma revisão sistemática sobre o tema Pesquisa Operacional Comportamental.

Revisões Sistemáticas têm como objetivo apresentar uma avaliação a respeito de um tópico de pesquisa, fazendo uso de uma metodologia de revisão confiável, rigorosa e que permita auditoria. (KITCHENHAM, 2004).

Para a revisão definiu-se a pesquisa bibliográfica nas bases de dados Scopus e Web of Science e a busca foi realizada com a string "Behavi* Operatio* Research" nos títulos, resumos e palavras-chave.

Com o resultado inicial observou-se a incidência de artigos a partir de 2011, limitando então o escopo da pesquisa à última década.

Dos títulos resultantes procedeu-se a escolha de critérios para a seleção ou exclusão dos artigos para leitura dos resumos.

Os artigos elegíveis para a revisão no nosso estudo atendem aos seguintes critérios:

- a) artigos de revistas científicas, excetuando neste momento livros, capítulos de livros, teses ou dissertações;
- b) artigos em língua inglesa;
- c) disponíveis para leitura;
- d) artigos de interesse para a área de engenharia e/ou decisão;
- e) artigos duplicados.

Destes, foram lidos os resumos e selecionados os artigos de interesse para leitura completa, que compõe o resultado deste artigo.

3. Resultados e Discussão

Sobre o tema em si, Pesquisa Operacional Comportamental, temos dois livros importantes como referência White et al. (2020) e Kunc, Malpass e White (2016).

Ademais, na pesquisa bibliográfica foram encontrados 66 documentos na base de dados Scopus e 72 na base Web of Science.

Na seleção de documentos foram excluídos, seguindo os critérios definidos para esta revisão sistemática, 2 livros, 11 capítulos de livros e 2 editoriais. Também foram agrupados 39 artigos duplicados. Reduzindo então a 98 artigos para a leitura dos resumos.



Pode-se observar (Figura 1) um crescente interesse no tema com o aumento de publicações.

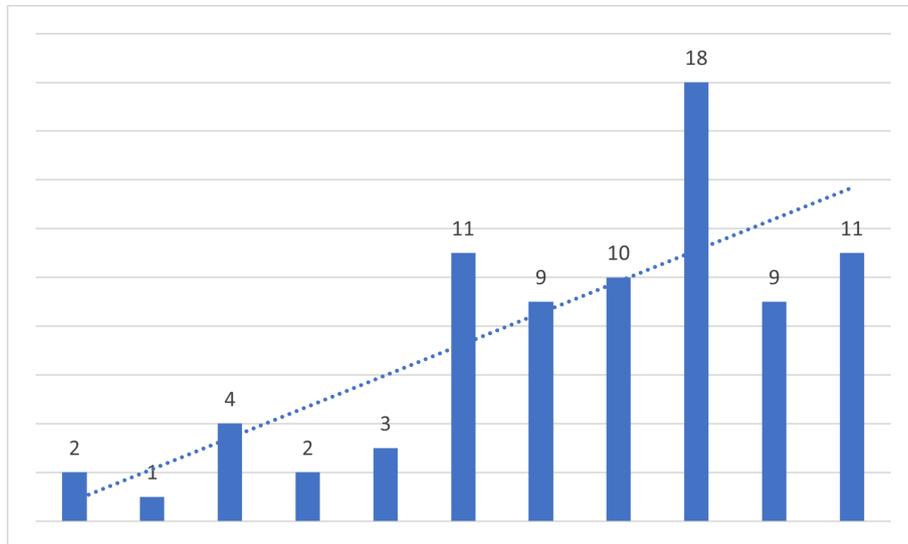


Figura 1. Número de publicações por ano. [Fonte: Scopus e Web of Science]

Alguns recortes dos artigos encontrados por intermédio desta revisão:

Hämäläinen, Luoma e Saarinen (2013) descrevem que os vieses cognitivos na tomada de decisão estão relacionados com os julgamentos dos decisores mas também à forma como os problemas de decisão são formulados, e que vieses motivacionais podem influenciar a qualidade da modelagem por distorcer os parâmetros da elicitação e o julgamento dos especialistas.

Em Pesquisa Operacional, o objetivo é ajudar as pessoas na resolução de problemas, mas de alguma forma nos parece terem sido omitidos os indivíduos, os proprietários de problemas e especialistas da 'PO', que estão envolvidos no processo. (HÄMÄLÄINEN, 2015)

Os artigos Montibeller e Winterfeldt (2015b) e Montibeller e Winterfeldt (2015a) se aprofundam nos vieses e na mitigação de vieses, prevenção ou redução (debiasing), em especial na tomada de decisão. Os autores reportam que um viés cognitivo é uma discrepância sistemática entre a resposta "correta" em uma tarefa de julgamento, dada por uma regra normativa formal, e uma resposta real do decisor ou especialista para tal tarefa. Como evitar efeitos comportamentais, por exemplo, por debiasing é uma questão de pesquisa em aberto e muito interessante.

White (2016) aborda a necessidade da construção de uma base teórica convincente para a Pesquisa Operacional Comportamental. Neste sentido Becker (2016) propõe algumas definições e alerta para armadilhas na fase de desenvolvimento.

White, Burger e Yearworth (2016) interconectam Behavioral OR com PSM, as principais preocupações teóricas e metodológicas que precisam ser apreciadas no estudo das intervenções ao utilizar Métodos de Estruturação de Problemas.

Brocklesby (2016) mostra que o apelo particular da Pesquisa Operacional Comportamental (BOR) reside na sua capacidade de fortalecer a ponte entre a Pesquisa Operacional acadêmica e sua prática profissional na qual os desafios humanos e sociais podem ser tão importantes quanto os intelectuais e técnicos.



Hämäläinen e Lahtinen (2016) falam sobre os caminhos alternativos que podem ser seguidos no processo de modelagem e solução de problemas na prática da Pesquisa Operacional.

Durbach e Montibeller (2019) exploram como a BOR pode utilizar a disponibilidade cada vez maior de grandes conjuntos de dados que armazenam os julgamentos dos usuários e escolhas.

E por fim, atendendo ao interesse de pesquisa, completou-se as escolhas dos autores com o artigo de Siebert, Kunz e Rolf (2020) que introduziram o conceito da Tomada de Decisão Proativa, recente na Pesquisa Operacional Comportamental e na Análise de Decisão, aborda a tomada de decisão eficaz durante sua fase de geração de alternativas.

4. Conclusão

Ainda há muito o que entender sobre o comportamento humano e sua influência no mundo das ciências ditas “exatas”. Temos a abertura para conciliar conceitos da psicologia humana à Pesquisa Operacional é um grande avanço na aproximação de melhores processos de modelagem e resolução de problemas essenciais à Engenharia de Sistemas Complexos tais como os Espaciais. Este trabalho direcionou, com uma revisão sistemática, futuros estudos aos quais também poderão ser explorados complementarmente outros artigos não incluídos nesta seleção prioritária dos autores, além das citações de alguns destes.

Agradecimentos:

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro na oportunidade de realizar este trabalho.

À Professora Doutora Mischel Carmen Belderrain por apresentar em suas aulas a BOR, despertando o interesse de estudo.

Referências

- BECKER, K. H. An outlook on behavioural or–three tasks, three pitfalls, one definition. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 249, n. 3, p. 806–815, 2016.
- BROCKLESBY, J. The what, the why and the how of behavioural operational research—an invitation to potential sceptics. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 249, n. 3, p. 796–805, 2016.
- DURBACH, I. N.; MONTIBELLER, G. Behavioural analytics: Exploring judgments and choices in large data sets. *Journal of the Operational Research Society*, Taylor & Francis, v. 70, n. 2, p. 255–268, 2019.
- HÄMÄLÄINEN, R. P. Behavioural issues in environmental modelling—the missing perspective. *Environmental Modelling & Software*, Elsevier, v. 73, p. 244–253, 2015.
- HÄMÄLÄINEN, R. P.; LAHTINEN, T. J. Path dependence in operational research—how the modeling process can influence the results. *Operations research perspectives*, Elsevier, v. 3, p. 14–20, 2016.
- HÄMÄLÄINEN, R. P.; LUOMA, J.; SAARINEN, E. On the importance of behavioral operational research: The case of understanding and communicating about dynamic systems. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 228, n. 3, p. 623–634, 2013.
- JACKSON, S. Irrationality in decision making: A systems engineering perspective. *Insight*, v. 20, n. 4, p. 74, 2017.
- JACKSON, S. Cognitive bias: A game changer for decision management? *Insight*, p. 41–42, 2018.
- JACKSON, S.; HAREL, A. Systems engineering decisions analysis can benefit from the added consideration of cognitive sciences. *Systems Engineering*, v. 55, 2017.
- KAHNEMAN, D. *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. [S.l.]: Objetiva, 2012.



KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

KUNC, M.; MALPASS, J.; WHITE, L. *Behavioral operational research: Theory, methodology and practice*. [S.l.]: Springer, 2016.

MONTIBELLER, G.; WINTERFELDT, D. V. Cognitive and motivational biases in decision and risk analysis. *Risk analysis*, Wiley Online Library, v. 35, n. 7, p. 1230–1251, 2015.

MONTIBELLER, G.; WINTERFELDT, D. von. Biases and debiasing in multi-criteria decision analysis. In: IEEE. *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.], 2015. p. 1218–1226.

SEBok. *Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge*. [S.l.], 2021. Disponível em: https://www.sebokwiki.org/wiki/Decision_Management. Acesso em: 17 out. 2021.

SIEBERT, J. U.; KUNZ, R. E.; ROLF, P. Effects of proactive decision making on life satisfaction. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 280, n. 3, p. 1171–1187, 2020.

WHITE, L. Behavioural operational research: Towards a framework for understanding behaviour in or interventions. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 249, n. 3, p. 827–841, 2016.

WHITE, L.; BURGER, K.; YEARWORTH, M. Understanding behaviour in problem structuring methods interventions with activity theory. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 249, n. 3, p. 983–1004, 2016.

WHITE, L. et al. *Behavioral operational research: Theory, Methodology and Practice*. 1. ed. [S.l.]: Springer, 2020. ISBN 978-1-137-53551-1.