

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA PROBLEMÁTICA DE CLASSIFICAÇÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Luiz Junior Maemura Yoshiura (UFMS) luiz.jr.yoshiura@gmail.com

Kassia Tonheiro Rodrigues (UFMS) kassia.tonheiro@gmail.com

Giovanna Casamassa Tiago Quinteiro (UFMS) giovanna.ctquinteiro@gmail.com

João Batista Sarmiento dos Santos Neto (UFMS) joao.sarmiento@ufms.br

Carolina Lino Martins (UFMS) carol_tcch@hotmail.com

Resumo:

A tomada de decisão é um processo crucial para qualquer organização, especialmente quando suas consequências afetam diretamente a capacidade competitiva. Dessa forma, entender e analisar todas as alternativas, consequências e fatores que podem afetar os resultados pode auxiliar o decisor no processo de tomada de decisão. Entretanto, o volume de informações pode tornar essa tarefa árdua. Nesse contexto, os métodos *multiple-criteria decision analysis* (MCDA) funcionam como ferramentas que embasam as escolhas do decisor, especialmente em cenários com múltiplas alternativas e critérios avaliativos. Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar os principais métodos MCDA, especificamente os modelos que tratam da problemática de classificação. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura para buscar artigos científicos pertinentes ao tema. Este estudo permitiu identificar e estratificar as informações pertinentes a pesquisa. Entre outros resultados, foi possível verificar que os principais métodos MCDA, para problemática de classificação, são provenientes da família ELECTRE, ou seja, conclui-se que existe uma tendência ao uso de métodos provenientes da relação de sobreclassificação em uma abordagem não compensatória.

Palavras chave: Análise Multicritério, MCDA, Problemática de classificação.

MULTIPLE-CRITERIA ANALYSIS FOR SORTING PROBLEMATIC: A LITERATURE REVIEW

Abstract

Decision making is a crucial process for any organization, especially when its consequences directly affect competitive capacity. In this way, understanding and analyzing all the alternatives, consequences and factors that can affect the results can assist the decision maker in the decision making process. However, the amount of information can make this task arduous. In this context, multiple-criterion decision analysis (MCDA) methods work as tools that support decision-maker choices, especially in scenarios with multiple alternatives and evaluative criteria. Therefore, the objective of this work is to identify and characterize the main MCDA methods, specifically the models that deal with sorting problematic. For that, a literature review was carried out to search for scientific papers pertinent to the theme. This study allowed to identify and stratify the information pertinent to the research. Among other results, it was possible to verify that the main MCDA methods, for sorting problematic, come from the ELECTRE family, that is, it is concluded that there is a tendency to use methods from the relation of overclassification in a non-compensatory approach.

Key-words: Multiple-criteria Analysis, MCDA, Sorting Problematic.

1. Introdução

A tomada de decisão acontece a todo momento dentro de qualquer organização, porém, nem sempre sendo baseada em métodos formais de apoio a decisão. Como cada escolha acarreta uma série de consequências que afetam diretamente o desempenho competitivo da organização, cada vez mais seu foco vem sendo voltado para metodologias que ofereçam suporte para o decisor, como as metodologias *multiple-criteria decision analysis* MCDA, ou em português, multicritério de apoio a decisão (ALMEIDA, 2013).

Toda decisão busca o balanço entre múltiplos critérios, nem sempre explícitos, que resultarão na escolha da melhor alternativa viável. Usualmente, muitas decisões de “menor importância” são tomadas de maneira prática, ou seja, o próprio decisor realiza a avaliação mental dos fatores que julgar serem relevantes. Entretanto, o cérebro humano é limitado quanto ao número de informações capaz de processar. Dessa forma, o MCDA descreve uma coleção de métodos que ajudam a organizar e sintetizar tais informações, de maneira a satisfazer todos os critérios e minimizar possíveis arrependimentos (BELTON e STEWART, 2002).

Os métodos MCDA não são limitados à resolução de problemáticas de escolha, baseado nos objetivos do decisor, o método também pode auxiliar a resolução de outras problemáticas, como a de classificação. Nesse caso, o objetivo é alocar cada alternativa dentro de classificações predeterminadas, respeitando os critérios estabelecidos. Esse tipo de metodologia torna-se útil para caracterizar um conjunto de alternativas, como por exemplo em vestibulares ou exames de sangue (ROY, 1996).

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo investigar métodos multicritério de apoio a decisão que abordam a problemática de classificação, identificando e caracterizando os principais modelos, através de uma revisão de literatura.

2. Fundamentação teórica

O processo que envolve a identificação de uma oportunidade e indicação de uma alternativa de ação pode ser entendido como tomada de decisão. Uma decisão pode envolver múltiplos critérios e alternativas, que podem assumir uma pluralidade de características baseadas nas informações disponíveis. Além disso, a escolha pode ser feita por um único indivíduo, para situações menos complexas, ou um grupo de decisores (LACHTERMACHER, 2007). Em todos os casos, os modelos de tomada de decisão oferecem as seguintes vantagens:

- a) Explicitam os objetivos do(s) decisor(es);
- b) Evidenciam a influência das alternativas sob os objetivos;
- c) Identificam a relação existente entre as alternativas;
- d) Forçam a inclusão das variáveis necessárias e suas métricas quantificáveis;
- e) Forçam o reconhecimento de restrições;
- f) Permitem a comunicação e facilitam o entendimento dentro da equipe.

A ideia básica por trás das metodologias MCDA é bem simples e vem sendo utilizada de maneira intuitiva por gerações. Há relatos de uma carta escrita por Benjamim Franklin por volta de 1772, onde é relatado a abordagem de um problema por meio da análise de cada alternativa e seus pontos positivos e negativos (critérios). A passagem ainda relata que os prós e contras eram dispostos em duas colunas que simulavam os lados de uma balança, sendo a alternativa com mais pontos positivos a ação desejada (ALMEIDA, 2013). Por volta da década de 70,

Thomas Lorie Saaty criou o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) clássico, sendo um dos primeiros dedicados a metodologia MCDA (GOMES e GOMES, 2014).

Segundo Almeida (2013), a grande diferenciação entre os métodos clássicos de apoio a tomada de decisão, como a pesquisa operacional, e o método MCDA é a inserção do julgamento de valor feito por um decisor, estabelecendo suas preferências quanto aos resultados envolvidos no problema. Em outras palavras, o decisor ganha mais importância dentro da abordagem multicritério, não somente fornecendo informações e estabelecendo restrições, e sim avaliando o desempenho de cada alternativa de acordo com os critérios estabelecidos.

Mesmo com suas diferenças, o método MCDA é um ramo da pesquisa operacional que busca tomar decisões na presença de múltiplos critérios, normalmente conflitantes. E como já foi dito, o MCDA não é apenas um método, e sim um conjunto de métodos com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão (SAPIENZA et al., 2016). Roy (1996) afirma que para um método MCDA dar suporte a uma decisão, é necessário que o decisor tenha em mente qual o seu objetivo final. Dessa forma, as quatro principais problemáticas abordadas são:

- a) Problemática de escolha ($P.\alpha$): Trata-se do problema de escolha da “melhor” alternativa de ação. Ou seja, encontrar o subconjunto A' (menor possível) contido no conjunto de alternativas A que satisfaça, da melhor maneira possível, o decisor. O resultado pode ser aplicado como uma recomendação de ação a ser seguida ou compor uma metodologia de seleção automatizada, que repetidamente identifica a “melhor” ação;
- b) Problemática de classificação ($P.\beta$): Esse tipo de problema surge quando um conjunto de ações em potencial (alternativas) devem ser alocadas em classes predeterminadas. Esse tipo de problemática resulta em recomendações mais complexas, identificando as características cabíveis para cada alternativa analisada. Podendo ser utilizada para classificar uma ação como boa, média ou ruim, por exemplo;
- c) Problemática de ordenação ($P.\gamma$): A problemática de ordenação tem como objetivo apresentar as alternativas em uma escala ordinal de preferência. Esse tipo de problema tenta usar as informações disponíveis para comparar as ações existentes no conjunto de alternativas A entre si, de maneira a classificar um subconjunto A' em uma escala ordinal;
- d) Problemática de descrição ($P.\delta$): Procura descrever as ações e suas consequências de maneira sistematizada. O objetivo é evidenciar o resultado das alternativas do conjunto A , de maneira a tornar a informação explícita para o decisor.

É importante salientar que o método MCDA não oferece uma “resposta correta”. A subjetividade está presente em todo processo de tomada de decisão, desde a escolha dos critérios e seus pesos, avaliação das alternativas e na própria escolha do método. Portanto, o uso do método MCDA não reduz a responsabilidade depositada no decisor, na realidade, sua responsabilidade aumenta (BELTON e STEWART, 2002). Ainda assim, a abordagem multicritério oferece as seguintes vantagens:

- a) O método MCDA procura tornar explícito os múltiplos fatores envolvidos na decisão, estruturando a análise do problema;
- b) Seu principal objetivo é ajudar o decisor a entender a situação ou problema, habilitando seu julgamento ao sintetizar e apresentar as informações identificadas;
- c) O intuito não é substituir a experiência ou intuição do decisor, e sim desafiá-la e servir como rascunho para novas ideias;

2.1 Classificação dos métodos

Além da classificação por problemática que avalia a natureza do problema e o objetivo esperado, os métodos MCDA podem ser categorizados quanto a relação de compensação entre seus critérios (ALMEIDA, 2013). Sendo classificados como:

a) Compensatórios: Nesse caso, os critérios obedecem a ideia de compensação. Ou seja, o desempenho ruim de uma alternativa em determinado critério pode ser compensado por um desempenho bom em outro critério (*trade-off*);

b) Não compensatórios: Nesse caso, não acontece o *trade-off* entre os critérios. Em outras palavras, um desempenho ruim em um critério não é compensado por um desempenho bom em outro.

Segundo Doumpos et al. (2009), os métodos MDCA dedicados a problemática de classificação ainda podem ser classificados em três grandes classes:

a) Métodos baseados no desenvolvimento de uma função valor, que geralmente é formulada como um problema de programação linear;

b) Métodos baseados na abordagem de sobreclassificação, onde a tomada de decisão é baseada na comparação das alternativas e as classes definidas;

c) Métodos baseados em modelos simbólicos, ou seja, expressos na forma de regras de decisão criadas a partir do diálogo com o decisor.

3. Metodologia

O presente trabalho tem como objetivo principal a caracterização e estabelecimento de relações que ajudem a interpretar o comportamento dos métodos para a problemática escolhida, dessa forma, a pesquisa pode ser classificada como descritiva. O procedimento de coleta de dados foi feito exclusivamente a partir de pesquisa bibliográfica, consultando livros e artigos científicos relacionados ao tema. O tratamento dos dados foi feito em duas etapas: de início, os dados foram analisados qualitativamente para caracterização do objeto de estudo; posteriormente, foi feita uma análise quantitativa, visto que um dos objetivos era levantar dados estatísticos de ocorrência de determinado evento (GIL, 2002).

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a indução é um processo mental em que a partir de características recorrentes em um subconjunto de elementos, é feita afirmações no sentido de generalizar essas características para todo o universo em que o subconjunto está inserido. Dessa forma, a pesquisa em questão faz uso do método indutivo, já que faz análise de uma amostra para tentar compreender o todo.

3.1 Modelo de pesquisa

Kitchenham et al. (2010) afirma que uma revisão sistemática de literatura é uma forma de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas relevantes disponíveis sobre um tema em particular. Visto isso, a presente pesquisa pode ser classificada como uma revisão de literatura, já que não foi feita uma pesquisa exaustiva em múltiplos bancos de dados disponíveis.

Para cumprir com o objetivo do trabalho, o primeiro passo foi definir o *string* de busca, ou seja, definir as palavras adequadas para encontrar os resultados esperados. Para isso, foram feitas algumas buscas com combinações de palavras chave diferentes na base de dados do *Springer Link*, considerando apenas artigo na língua inglesa. O *string* de busca com resultados consistentes e volume suficiente de amostras foi: ("*multiple criteria*" AND "*sorting problem*") OR ("*multicriteria*" AND "*sorting problem*").

A etapa seguinte foi focada em identificar quais artigos realmente eram relevantes para o propósito da pesquisa. Para isso, todos os resumos, títulos e palavras chave foram analisados, buscando-se eliminar artigos que não abordavam os métodos MCDA ou não eram específicos para a problemática de classificação. Os trabalhos encontrados foram registrando em uma planilha do Excel.

Todos os artigos classificados como relevantes foram lidos por completo e caracterizados em planilha eletrônica, contendo o seguinte esquema de classificação: Nome do Método; Autor e ano de publicação do artigo; Compensação entre seus critérios (compensatório ou não compensatório); Natureza do modelo (sobreclassificação, função valor ou simbólico); Características próprias do método; e áreas de aplicação do problema.

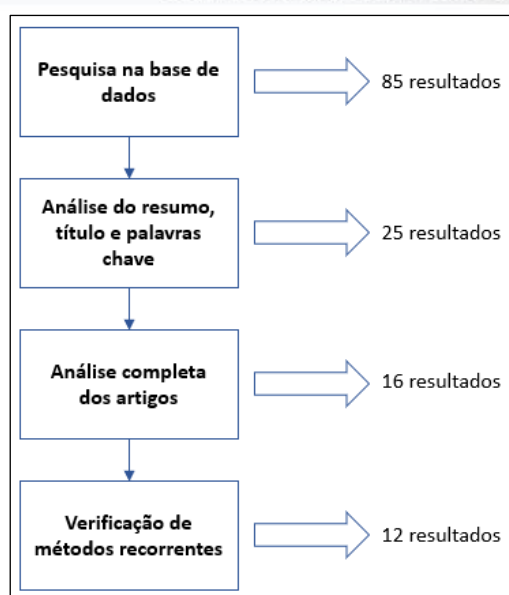
Após caracterizar todos os métodos multicritério para a problemática de classificação encontrados na busca, os resultados foram estratificados quanto a classificação da natureza do método, áreas de aplicação, relação de compensação de seus critérios e foco do estudo. Segundo Peinado e Graeml (2007), a estratificação é uma ferramenta adequada para a organização de dados, separando e analisando um subconjunto das informações que podem levar a identificação de padrões e causas raiz para problemas.

As informações foram estratificadas e apresentadas de maneira gráfica para ajudar a visualização e análise dos resultados. Vale salientar que durante a análise completa dos artigos, foram eliminados os métodos multicritério recorrentes, ou seja, que foram utilizados em mais de um trabalho. Todavia, como um mesmo método pode ser aplicado em cenários diferentes, a área de aplicação dos métodos descartados por repetição foi aproveitada.

4. Resultados e discussões

A busca realizada na base de dados do *Springer link* obteve 85 artigos, que tiveram seus resumos, títulos e palavras chave analisados com o objetivo de eliminar artigos que não abordassem a metodologia multicritério para problemática de classificação, restando apenas 25 artigos.

Os artigos restantes foram lidos na íntegra, buscando excluir trabalhos com a temática distante dos objetivos da pesquisa e com métodos recorrentes, além de caracterizar aqueles que tratam da problemática de classificação. Ao final da segunda análise, foram identificados 16 métodos, sendo 4 deles recorrentes de métodos já identificados. A Figura 1 ilustra todo o processo da revisão de literatura.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 1 – Processo de revisão de literatura

Os 12 artigos resultantes da revisão de literatura foram caracterizados quanto ao nome do autor e ano (de publicação do artigo), compensação de seus critérios (compensatório ou não compensatório), natureza do método (sobreclassificação, função valor ou simbólico), características peculiares do método e áreas de aplicação. A Tabela 1 apresenta os resultados.

Método	Autor	Compensação	Natureza	Característica	Aplicação
Multicriteria filtering methods	Perny, P. (1998)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) A maior característica do método é a classificação parcial das alternativas, resultante do balanço parcialmente compensatório das relações de concordância e discordância.	Desenvolvimento teórico
ELECTRE TRI	Mousseau, V., & Slowinski, R. (1998)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Compara cada uma das alternativas com o perfil e não com as outras alternativas.	Desenvolvimento teórico
UTADIS	Zopounidis, C., & Doumpos, M. (1999)	Compensatório	Função valor	a) O decisor pode avaliar as alternativas dentro da mesma classe por meio de sua utilidade global.	Mercado financeiro
PASA	Rocha, C., & Dias, L. C. (2008)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Baseado no método da família ELECTRE; b) Usado para classificação ordinal (classes ordenadas); c) cada classe deve ter uma alternativa "ideal" definida pelo decisor.	Desenvolvimento teórico
SMAA-TRI	Tervonen, T., Linkov, I., Figueira, J. R., Steevens, J., Chappell, M., & Merad, M. (2009)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Baseado no ELECTRE TRI; b) permite a incorporação de parâmetros incertos/imprecisos.	Análise de risco

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1 – Caracterização dos métodos encontrados pela pesquisa

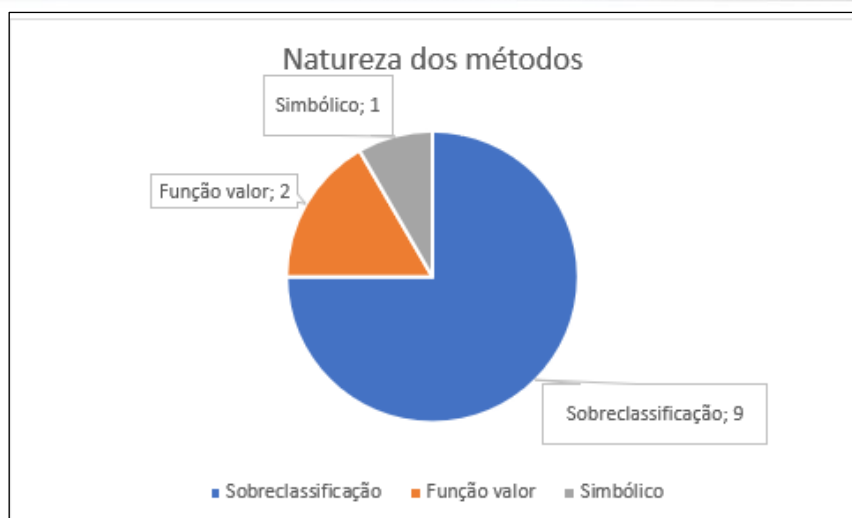
Método	Autor	Compensação	Natureza	Característica	Aplicação
DIS-CARD	Kadziński, M., & Słowiński, R. (2013)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) O método permite que o decisor estabeleça um número limite mínimo ou máximo de alternativas alocadas em uma determinada classe; b) Faz uso de métodos da família ELECTRE.	Seleção de RH
FlowSort sorting method	Janssen, P., & Nemery, P. (2013)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Faz uso do método PROMETHEE II; b) Indicado para dados ou parâmetros pouco definidos (imprecisos).	Alocação de recursos
VDA based STEPCLASS method	Furems, E. M. (2015)	Não compensatório	Simbólico	a) Focado no diálogo entre o decisor e o analista, tornando o processo de classificação mais claro e de fácil entendimento; b) O decisor ajuda a criar regras de classificação.	Mercado financeiro
ELECTRE-TRI-B	Del Vasto-Terrientes, L., Valls, A., Zielniewicz, P., & Borras, J. (2016)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) A comparação é feita entre a alternativa/critérios e o perfil, tornando a classificação de uma alternativa independente das outras.	Seleção de destino turístico
MACBETHSort	Ishizaka, A., & Gordon, M. (2017)	Compensatório	Função valor	a) Compara cada uma das alternativas com o limite do perfil; b) Classifica as alternativas por meio de uma soma ponderada.	Seleção de projetos
VICA-ELECTRE TRI	De Moraes Bezerra, F., Melo, P., & Costa, J. P. (2017)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Recomendado para grupos de decisores, pois trabalha com feedback e permite que os decisores mudem suas preferências para atingir um consenso aceitável.	Alocação de recursos
ELECTRE TRI-C	Pereira, J., de Oliveira, E. C., Gomes, L. F., & Araújo, R. M. (2018)	Não compensatório	Sobreclassificação	a) Específico para trabalhar com informações incertas e imprecisas; b) Ideal para casos em que os limites de cada categoria não podem ser claramente definidos pelo decisor; c) Nesse método, cada classe é representada por uma "ação" (realista ou fictícia).	Alocação de recursos

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 1 – Continuação

4.1 Estratificação dos resultados

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram, inicialmente, estratificados de acordo com a relação de compensação de seus critérios. Os resultados mostraram que 83,3% métodos encontrados têm critérios não compensatórios, enquanto o restante é compensatório. Isso implica que a maioria dos métodos de classificação são beneficiados com a não compensação entre seus critérios. Observe que há uma relação direta entre a natureza do método e a compensação de seus critérios. A Figura 2 ilustra a natureza dos métodos apresentados.

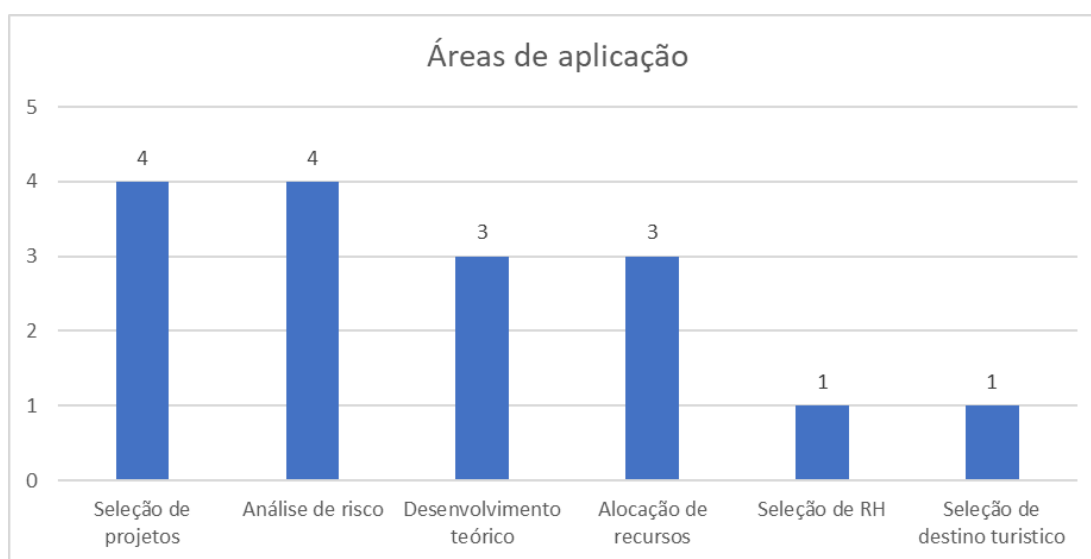


Fonte: Os autores (2018)

Figura 2 – Natureza dos métodos encontrados

Foi observado que 75% de todos os métodos encontrados são baseados nas relações de sobreclassificação, coincidindo com os mesmos métodos que têm a relação de não compensação em seus critérios, os dois métodos que utilizam critérios compensatórios (MACBETHSort e UTADIS) são de natureza baseada em uma função valor. Note que a pesquisa identificou apenas um método simbólico, o método *VDA based STEPCLASS method*.

Entre os métodos que utilizam a relação de sobreclassificação (nove métodos), sete deles são baseados em métodos da família ELECTRE, sendo eles: ELECTRE TRI, PASA (*Progressive Assisted Sorting Algorithm*), SMAA-TRI (*Stochastic multicriteria acceptability analysis*), DISCARD, ELECTRE TRI-B, VICA-ELECTRE-TRI (*Visual, Interactive and Comparative Analysis of individual opinions*), ELECTRE TRI-C. Cada método apresenta características peculiares que são apropriadas para desenvolver a problemática de classificação em cenários distintos. As principais áreas de aplicação dos métodos MCDA são apresentados na Figura 3.

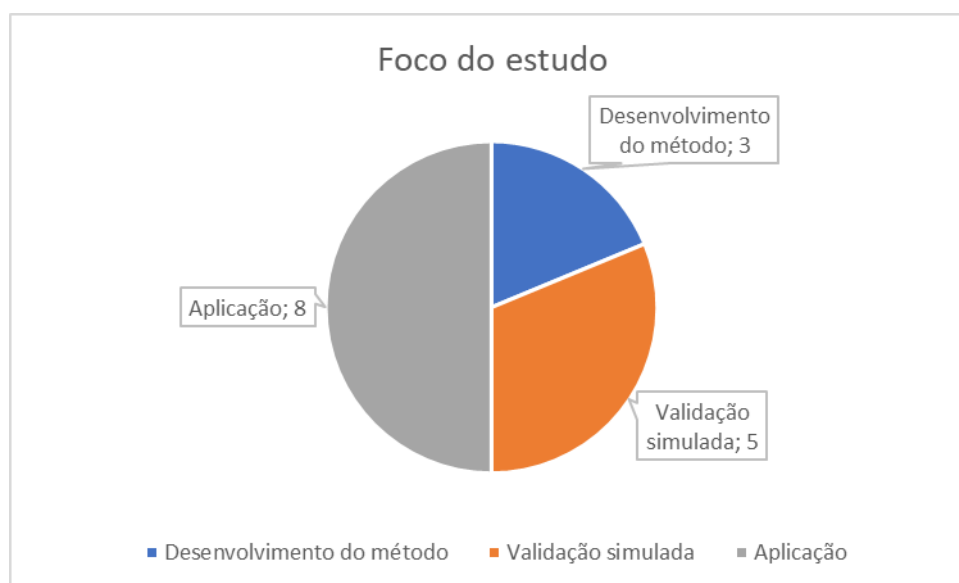


Fonte: Os autores (2018)

Figura 3 – Áreas de aplicação dos métodos MCDA para problemática de classificação

A Figura 3 mostra que a seleção de projetos é uma das áreas de aplicação recorrente entre os métodos identificados, com 4 ocorrências, sendo utilizados para seleção de projetos ambientais, de abastecimento hídrico, de produto e estações elétricas. Em paralelo, a análise de risco é um cenário abordado com frequência, sendo evidenciado por três deles no mercado financeiro. Três métodos - encontrados em um total de 16 artigos - foram aplicados para a alocação de recursos, como: recursos para contratação fornecedores; recursos destinados a filiais de uma empresa; alunos em diferentes turmas de uma escola de línguas.

Com menor incidência, os métodos podem ser utilizados para selecionar recursos humanos em concursos ou seleção de destinos turísticos. Outra categoria de trabalhos científicos encontrados relaciona-se ao desenvolvimento teórico do método, não destacando uma área de aplicação específica. Ressalta-se que foram considerados todos os 16 artigos identificados após a fase de análise completa dos trabalhos, dessa forma, um mesmo método foi abordado em mais de um setor específico. Todos esses artigos foram classificados quanto a seu foco, a Figura 4 ilustra os resultados.



Fonte: Os autores (2018)

Figura 4 – Foco dos métodos

Entre todos os trabalhos científicos selecionados, apenas três deles não possuem uma validação propriamente dita, sendo dedicados ao desenvolvimento teórico do método MCDA para problemática de classificação. Outros cinco artigos possuem uma forma de validação aplicada a casos simulados ou apresentados por outros autores, o objetivo é comparar os resultados para comprovar a eficácia do método apresentado. Por fim, metade dos artigos encontrados são focados em aplicações específicas e reais, validando o método com seus resultados.

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo identificar os principais métodos multicritério de apoio a decisão dedicados a problemática de classificação. Para isso, foi elaborado um modelo de pesquisa para buscar as informações necessárias na literatura disponível na base de dados do *Springer Link*.

Os resultados da pesquisa mostraram que 75% dos trabalhos selecionados (nove métodos) utilizam a relação de não compensação e de sobreclassificação. Dentro desse subconjunto, sete

deles são baseados nos métodos da família ELECTRE, ou seja, realizam a classificação baseada em relações de concordância e discordância entre as alternativas ou entre as alternativas e o perfil da classe. Esses métodos se mostraram eficazes para uma vasta gama de aplicações, em áreas como análise de risco, setor de RH, seleção de destinos turísticos, alocação de recursos e seleção de projetos.

Entre os outros métodos encontrados, foi observado que os métodos que utilizam uma função valor ou abordagem simbólica para classificar as alternativas são especialmente indicados para avaliar riscos no mercado financeiro. Em especial, o método UTADIS (*UTilités Additives DIScriminantes*) que por meio de uma comparação valorada permite a avaliação de alternativas alocadas em uma mesma classe.

O fato de o *Springer Link* ser a única base de dados consultada para pesquisa pode ser considerada uma limitação para a pesquisa, pois outras fontes poderiam contribuir com informações complementares e tornar os resultados mais robustos.

Dessa forma, para evolução de trabalhos futuros, sugere-se a consulta de outros bancos de dados como *Web of Science*, *Scopus* e *Emerald insight*, caracterizando a pesquisa como uma revisão sistemática de literatura. Outra possibilidade é a aplicação do método *Snowballing*, proposto por Wohlin (2014), que consiste em uma revisão sistemática em que os resultados da pesquisa retroalimentam o método com as próprias referências e citações.

Referências

- ALMEIDA, A. T. *Processo de decisão nas organizações*. São Paulo: Atlas, 2013.
- BELTON, V.; STEWART, T.J. *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer academic Publishers 2002.
- DE MORAIS BEZERRA, F., MELO, P., & COSTA, J. P. *Reaching consensus with VICA-ELECTRE TRI: a case study*. *Group Decision and Negotiation*, 26(6), 1145-1171, 2017.
- DEL VASTO-TERRIENTES, L., VALLS, A., ZIELNIEWICZ, P., & BORRAS, J. *A hierarchical multi-criteria sorting approach for recommender systems*. *Journal of Intelligent Information Systems*, 46(2), 313-346, 2016.
- DOUMPOS, M., MARINAKIS, Y., MARINAKI, M., & ZOPOUNIDIS, C. *An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method*. *European Journal of Operational Research*, 199(2), 496-505, 2009.
- FUREMS, E. M. *Stepclass-based approach to multicriteria sorting*. *Scientific and Technical Information Processing*, 42(6), 481-489, 2015.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo, 2002.
- GOMES, L. F. A. M., & GOMES, C. F. S. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. Editora Atlas AS, 2014.
- ISHIZAKA, A., & GORDON, M. *MACBETHSort: a multiple criteria decision aid procedure for sorting strategic products*. *Journal of the Operational Research Society*, 68(1), 53-61, 2017.
- JANSSEN, P., & NEMERY, P. *An extension of the FlowSort sorting method to deal with imprecision*. *4OR*, 11(2), 171-193, 2013.
- KADZIŃSKI, M., & SŁOWIŃSKI, R. *DIS-CARD: a new method of multiple criteria sorting to classes with desired cardinality*. *Journal of Global Optimization*, 56(3), 1143-1166, 2003.
- KITCHENHAM, B., PRETORIUS, R., BUDGEN, D., BRERETON, O. P., TURNER, M., NIAZI, M., & LINKMAN, S. *Systematic literature reviews in software engineering—a tertiary study*. *Information and Software Technology*, 52(8), 792-805, 2010.
- LACHTERMACHER, G. *Pesquisa operacional na tomada de decisões: modelagem em Excel*. Elsevier, 2007.

MARCONI, M. D. A., & LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

MOUSSEAU, V., & SLOWINSKI, R. *Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples*. Journal of global optimization, 12(2), 157-174, 1998.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, J., DE OLIVEIRA, E. C., GOMES, L. F., & ARAÚJO, R. M. *Sorting retail locations in a large urban city by using ELECTRE TRI-C and trapezoidal fuzzy numbers.*, Soft Computing 1-14, 2018.

PERNY, P. *Multicriteria filtering methods based on concordance and non-discordance principles*. Annals of operations Research, 80, 137-165, 1998.

ROCHA, C., & DIAS, L. C. *An algorithm for ordinal sorting based on ELECTRE with categories defined by examples*. Journal of Global Optimization, 42(2), 255-277, 2008.

ROY, B. *Multicriteria Methodology Goes Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAPIENZA, G., BRESTOVAC, G., GRGURINA, R., & SECELEANU, T. *On applying multiple criteria decision analysis in embedded systems design*. Design automation for embedded systems, 20(3), 211-238, 2016.

TERVONEN, T., LINKOV, I., FIGUEIRA, J. R., STEEVENS, J., CHAPPELL, M., & MERAD, M. *Risk-based classification system of nanomaterials*. Journal of Nanoparticle Research, 11(4), 757-766, 2009.

WOHLIN, C. *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering*. In Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering (p. 38). ACM, 2014.

ZOPOUNIDIS, C., & DOUMPOS, M. *A multicriteria decision aid methodology for sorting decision problems: The case of financial distress*. Computational Economics, 14(3), 197-218, 1999.