



## MÉTODO FITRADEOFF PARA PROBLEMÁTICA DE CLASSIFICAÇÃO

**Takanni Hannaka Abreu Kang**

Universidade Federal de Pernambuco  
Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE  
takannihannaka@gmail.com

**Adiel Teixeira de Almeida**

Universidade Federal de Pernambuco  
Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE  
almeida@cdsid.org.br

### RESUMO

Problemas de classificação são de grande interesse prático e científico, sendo possível encontrar aplicações em áreas como finanças, estabelecimento de políticas e planejamento ambiental e energético, marketing, diagnóstico médico e reconhecimento de padrões. Trata-se de um problema multicritério cujo objetivo é atribuir alternativas de um conjunto a categorias previamente estabelecidas. Dada a importância do tema, neste trabalho propõe-se um método interativo e flexível para elicitación de preferências em um contexto aditivo determinístico usando informação parcial do decisor: o FITradeoff para problemática de classificação. Com o novo método e seu Sistema de Apoio à Decisão, espera-se auxiliar decisores em situações envolvendo tais problemas, sem exigir a determinação de valores exatos de indiferença, como no procedimento baseado em *trade-offs*, verificando a cada novo subespaço de pesos obtido se é possível recomendar uma classificação completa das alternativas.

**PALAVRAS CHAVE.** Classificação, Decisão Multicritério, FITradeoff.

**Tópicos (ADM-Apoio à Decisão Multicritério)**

### ABSTRACT

Sorting problems have major practical and scientific interest, being possible to find applications in areas such as finance, environmental and energy planning and establishment of policies, marketing, medical diagnosis and pattern recognition. This is a multicriteria problem in which the objective is to assign alternatives from a set to previously established categories. Given the importance of the theme, this paper proposes an interactive and flexible method for elicitation of preferences in a deterministic additive context using partial information from the decision maker: FITradeoff for the classification problematic. With the new method and its Decision Support System, it is hoped to aid decision makers in situations involving such problems, without requiring the establishment of exact values of indifference, as in the procedure based on trade-offs, verifying at each new subspace of weights obtained whether it is possible to recommend a complete sorting of alternatives.

**KEYWORDS.** Sorting, Multiple Criteria Decision Making, FITradeoff.

**Paper topics (ADM-Multicriteria Decision Aiding)**



## 1. Introdução

A atribuição de alternativas a categorias homogêneas predefinidas é um problema de natureza multidimensional de grande interesse prático e científico [Zopounidis e Doumpos 2002]. Em um contexto multicritério, tal atribuição leva em conta a avaliação de cada alternativa com respeito a um conjunto de critérios [Dembczynski et al. 2009].

Problemas multicritério de classificação podem surgir em diversas situações do mundo real [Dembczynski et al. 2009], tais como finanças, definição de políticas e planejamento ambiental e energético, marketing, diagnóstico médico e reconhecimento de padrões [Zopounidis e Doumpos 2002]. Dada sua vasta gama de aplicações, há forte motivação para que pesquisadores desenvolvam metodologias para construção de modelos e métodos multicritério de classificação [Zopounidis e Doumpos 2002]. Diversos métodos MCDM/A têm sido desenvolvidos nesse contexto [Doumpos et al. 2009], contudo, a maior parte das técnicas propostas são *ad hoc* [Bouyssou e Marchant 2007].

[Doumpos et al. 2009] dividem os métodos MCDM/A para problemática de classificação em três classes principais: métodos baseados em funções utilidade/valor, métodos de sobreclassificação e métodos simbólicos expressos através de regras de decisão. [Liu et al. 2015] adicionam a essas uma quarta classe composta por métodos baseados na distância euclidiana ponderada. Dentre esses métodos, aqueles baseados em funções utilidade/valor e relações de sobreclassificação são os mais utilizados [Doumpos e Zopounidis 2004].

Os métodos de sobreclassificação constituem uma classe importante de métodos MCDM/A. Apesar disso, sua implementação pode ser prejudicada dada a dificuldade do decisor em especificar um grande número de parâmetros [Doumpos et al. 2009], tais como os pesos dos critérios e limiares de indiferença, preferência e veto [Zopounidis e Doumpos 2002].

Métodos baseados em funções utilidade/valor associam um valor de avaliação global a cada alternativa. Trata-se de métodos compensatórios, isto é, o pior desempenho de uma alternativa em um critério pode ser compensado por um melhor desempenho em outro(s) critério(s). O modelo aditivo determinístico é o procedimento mais utilizado para realizar a agregação dos critérios [de Almeida 2013]. Nesse procedimento as consequências escaladas das alternativas nos critérios são ponderadas pelos respectivos pesos para gerar uma pontuação de avaliação global para cada alternativa [Kartal et al. 2016]. Uma das principais questões ao aplicar tal modelo, no entanto, é obter os valores dos pesos dos critérios.

O procedimento baseado em *trade-offs* [Keeney e Raiffa 1993], ou simplesmente tradeoff, elicit os pesos utilizados no modelo aditivo através de valores exatos de indiferença definidos pelo decisor com respeito a vetores de consequências fictícios. Apesar de sua forte estrutura axiomática, pesquisas comportamentais [Weber e Borchering 1993] mostraram que esse procedimento pode levar o decisor a apresentar cerca de 67% de inconsistências em suas repostas. Uma alternativa ao tradeoff é o swing [Edwards e Barron 1994], que simplifica a modelagem a fim de diminuir as inconsistências encontradas durante a elicitacão, no entanto não possui uma estrutura axiomática tão forte como o tradeoff.

[de Almeida et al. 2016] propõem o método FITradeoff, que mantém a estrutura axiomática do tradeoff mas não requer que o decisor determine pontos exatos de indiferença, utilizando informação parcial com respeito aos pesos dos critérios para verificar a cada etapa da elicitacão se a solução foi obtida, de forma interativa e flexível [de Almeida et al. 2016]. O Sistema de Apoio à Decisão do método, disponível para download no endereço eletrônico [www.fitradeoff.org](http://www.fitradeoff.org), auxilia o decisor na tomada de decisões em um contexto determinístico, compensatório e de escolha, realizando menos perguntas e perguntas mais fáceis, se comparado ao tradeoff.

O objetivo deste trabalho é apresentar proposta de método MCDM/A baseado no FITradeoff [de Almeida et al. 2016] que acomode a problemática de classificação.



## 2. Problemática de Classificação

A avaliação relativa entre alternativas pode não ser apropriada para construir recomendações significativas, uma vez que as melhores alternativas, embora superiores a todas as outras, podem não ser desejáveis. Nesses casos, as alternativas não devem ser comparadas entre si, mas sim com respeito a normas preestabelecidas [Bouyssou e Marchant 2007]. Trata-se, portanto, de analisar cada alternativa com respeito aos valores intrínsecos das categorias definidas [Roy 1996].

A problemática de classificação busca auxiliar o decisor através da atribuição de alternativas a categorias previamente estabelecidas [Roy 1996]. A classificação abordada neste trabalho é a ordinal, em que as categorias são definidas seguindo uma ordem de preferências, desde as categorias que incluem alternativas mais desejáveis, até aquelas que incluem as menos desejáveis [Zopounidis e Doumpos 2002].

O problema multicritério de classificação consiste em atribuir um conjunto finito  $A$  composto por  $m$  alternativas a  $k$  categorias predefinidas  $C_1, \dots, C_k$ . Um vetor de consequências  $\mathbf{x}^j = (p_{j1}, \dots, p_{jn})$  descreve uma alternativa  $j$  com respeito às suas consequências, que são medidas diretas do seu sucesso em relação a um critério [Chen et al. 2006]. Por se tratar de uma classificação ordinal, as categorias são ordenadas de forma que  $C_k > C_{k-1} > \dots > C_1$ , e cada alternativa deve ser atribuída a uma única categoria [Doumpos e Zopounidis 2004], que deve possuir uma definição intrínseca que a diferencie das outras [Roy 1996].

## 3. FITradeoff para Problemática de Classificação

Na maior parte das abordagens existentes, a classificação das alternativas é determinada com base em sua comparação com alguns perfis de referência, isto é, alternativas fictícias que definem os limites das categorias, o que nem sempre pode ser realizado de forma clara [Doumpos e Zopounidis 2004]. No método FITradeoff para problemática de classificação, os limites das categorias são definidos através de valores  $q_r \in [0,1]$  definidos pelo decisor. Tais valores representam *scores* de avaliação global, de acordo com o modelo aditivo (1). Na Tabela 1 ilustra-se a relação entre os valores  $q_r$  e as definições das  $k$  categorias, em que  $q_0 < q_1 < \dots < q_k$  com  $q_0 = 0$  e  $q_k = 1$ . Assim, a cada categoria  $C_r$  serão atribuídas alternativas  $j \in A$  cujo valor global pertence ao intervalo  $(q_{r-1}, q_r]$ .

$$v(\mathbf{x}^j) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(p_{ji}) \quad (1)$$

Em que  $w_i$  e  $v_i$  representam, respectivamente, o peso e a função valor marginal do critério  $i$ , e  $p_{ji}$  corresponde ao desempenho da alternativa  $j$  no critério  $i$ .

**Tabela 1. Categorias e definições de acordo com os valores  $q_r$ .**

Categoria	Definição
$C_k$	$q_{k-1} < v(\mathbf{x}^j) \leq q_k$
$C_{k-1}$	$q_{k-2} < v(\mathbf{x}^j) \leq q_{k-1}$
$\vdots$	$\vdots$
$C_r$	$q_{r-1} < v(\mathbf{x}^j) \leq q_r$
$\vdots$	$\vdots$
$C_1$	$q_0 \leq v(\mathbf{x}^j) \leq q_1$



O modelo de programação linear apresentado por [de Almeida et al. 2016] para a problemática de escolha é modificado para acomodar a problemática de classificação. Nesse caso, não se deseja reduzir o subconjunto de alternativas potencialmente ótimas, mas sim verificar se para o atual espaço de pesos uma alternativa pode ser classificada em uma única categoria predefinida através dos valores  $q_r$ . A regra de classificação utilizada para decidir se uma alternativa deve ou não ser atribuída a uma categoria considera se para o atual espaço de pesos seu valor global pode assumir valores condizentes apenas com a categoria em questão. Quando todas as alternativas são classificadas, ou quando o decisor não é capaz ou não está mais disposto a continuar o processo de elicitação, o processo é finalizado.

#### 4. Resultados Esperados

Com o método proposto espera-se contribuir para auxiliar o decisor na classificação de alternativas a categorias previamente estabelecidas, utilizando informação parcial obtida através de perguntas com respeito às suas preferências estritas, não sendo necessário determinar pontos exatos de indiferença, o que no procedimento de tradeoff leva a inconsistências. Além disso, espera-se disponibilizar ao público geral a versão do Sistema de Apoio à Decisão do método FITradeoff para a problemática de classificação, sendo uma opção interativa e flexível em contextos multicritério determinísticos para auxiliar decisores na tomada de decisões envolvendo classificação de alternativas.

#### 5. Conclusão

Neste trabalho foi proposto um novo método MCDM/A para tratar a problemática de classificação, tomando como base o FITradeoff para escolha apresentado por [de Almeida et al. 2016]. Espera-se que método proposto, bem como seu Sistema de Apoio à Decisão, contribuam para uma classificação mais adequada de alternativas a categorias considerando-se múltiplos critérios.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro concedido.

#### Referências

- Bouyssou, D. e Marchant, T. (2007). An axiomatic approach to noncompensatory sorting methods in MCDM, I: The case of two categories. *European Journal of Operational Research*, 178: 217–245.
- Chen, Y., Kilgour, D. M. e Hipel, K. W. (2006). Multiple criteria classification with an application in water resources planning. *Computers & Operations Research*, 33: 3301–3323.
- De Almeida, A. T., Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S. e 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*, 250:179–191.
- De Almeida, A. T. (2013). Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério, 1a Edição. Editora Atlas, São Paulo.
- Dembczynski, K., Greco, S. e Słowiński, R. (2009). Rough set approach to multiple criteria classification with imprecise evaluations and assignments. *European Journal of Operational Research*, 198: 626–636.



Doumpos, M., Marinakis, Y., Marinaki, M. e Zopounidis, C. (2009). An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method. *European Journal of Operational Research*, 199: 496–505.

Doumpos, M. e Zopounidis, C. (2004). A multicriteria classification approach based on pairwise comparisons. *European Journal of Operational Research*, 158: 378–389.

Edwards, W. e Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60: 306–325.

Kartal, H., Oztekin, A., Gunasekaran, A. e Cebi, F. (2016). An integrated decision analytic framework of machine learning with multi-criteria decision making for multi-attribute inventory classification. *Computers & Industrial Engineering*, 101: 599–613.

Keeney, R. L. e Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge University Press, New York.

Liu, J., Liao, X. e Yang, J. (2015). A group decision-making approach based on evidential reasoning for multiple criteria sorting problem with uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 246: 858–873.

Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.

Weber, M. e Borcherding, K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. *European Journal of Operational Research*, 67:1–12.

Zopounidis, C. e Doumpos, M. (2002). Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 138: 229–246.