



## **FITRADEOFF NA PROBLEMÁTICA DE ORDENAÇÃO: MODELAGEM E APLICAÇÃO**

**Eduarda Asfora Frej**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
CDSID – Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Informação e Decisão  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-530, Brasil  
eafrej@gmail.com

**Adiel Teixeira de Almeida**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
CDSID – Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Informação e Decisão  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-530, Brasil  
almeida@cdsid.org.br

**Ana Paula Cabral Seixas Costa**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-530, Brasil  
apcabral@hotmail.com

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma metodologia para resolver problemas de decisão multicritério no contexto da problemática de ordenação com base no método FITradeoff. O método foi originalmente concebido para resolver problemas de escolha com base na avaliação da potencial otimalidade das alternativas dentro de uma região viável de valores para as constantes de escala dos critérios. O output final do FITradeoff em sua modelagem original é um espaço de pesos onde uma única alternativa é considerada ótima, mas diferentes conjuntos de pesos dentro deste espaço podem resultar em diferentes rankings das demais alternativas. Isso traz à tona a necessidade de uma modelagem específica para a problemática de ordenação, que é apresentada neste artigo. A abordagem é baseada na verificação de relações de dominância par a par entre as alternativas, e, com base nisso, uma ordem parcial (ou completa, dependendo do nível de informação obtido) é obtida a cada etapa do processo.

**PALAVRAS CHAVE. Decisão Multicritério, FITradeoff, Problemática de Ordenação ADM - Apoio à Decisão Multicritério**

### **ABSTRACT**

This work presents a methodology for solving multicriteria decision making problems in ranking problematic context, based on FITradeoff method. This method was originally conceived to solve choice problems, based on the evaluation of potential optimality of the alternatives inside a feasible region of values for the scale constants of the criteria. The final output of FITradeoff in its original modeling is a weight space in which only one alternative is considered optimal, but different sets of weights inside this space may result in different rankings of the other alternatives. This issue brings up the need to develop a specific approach for ranking problematic, which is done in this work. Pairwise dominance relations between alternatives are verified, and based on that a partial order (or complete order, depending on the level of information obtained) is obtained at each step of the process.

**KEYWORDS. Multicriteria Decision-Making, FITradeoff, Ranking problematic. ADM - Multicriteria Decision Support**



## 1. Introdução

A modelagem de preferências dos decisores no contexto da teoria do valor multiatributo (MAVT) não é uma tarefa fácil, principalmente tratando-se da definição dos valores das constantes de escala dos critérios. A informação requerida pelo decisor para elicitare constantes de escala pode ser tediosa e consumir muito tempo [Salo & Hamalainen, 1992], além de que muitas vezes o decisor pode não estar disposto ou ser incapaz de fornecer as informações necessárias para a elicitação [Belton & Stewart, 2002]. Estas questões motivaram o surgimento de métodos que trabalham com informação parcial a respeito das preferências do decisor, reduzindo o esforço necessário e tornando o processo mais fácil para o decisor.

Vários métodos de informação parcial foram desenvolvidos para resolver problemas de decisão multicritério com informação parcial [Salo & Hamalainen, 1992; Salo & Hamalainen, 2001; Salo e Punkka, 2005; Mustajóki et al., 2005; de Almeida et al., 2016]. O mais recente deles é o FITradeoff [de Almeida et al., 2016], o qual melhora a aplicabilidade do procedimento de tradeoff tradicional [Keeney & Raiffa, 1976], tornando o método mais fácil para o decisor, ao mesmo tempo que mantém sua estrutura axiomática [Weber & Borcherding, 1993]. O FITradeoff foi originalmente desenvolvido para resolver problemas de escolha, e seu processo de elicitação é conduzido de forma interativa e flexível. A cada interação com o decisor, problemas de programação linear avaliam a potencial otimalidade das alternativas dentro de um espaço de pesos, que é atualizado com base nas informações fornecidas ao longo do processo de elicitação [de Almeida et al., 2016]. O processo termina quando apenas uma alternativa é considerada ótima para o atual espaço de pesos, resolvendo, assim, o problema de escolha. O FITradeoff está disponível para download através do endereço <http://fitradeoff.org/>.

Este trabalho tem por objetivo estender a idéia de elicitação flexível do FITradeoff para a problemática de ordenação, propondo uma variante do método para este tipo particular de problemática. A nova abordagem será apresentada, e seu funcionamento será ilustrado através de uma aplicação.

## 2. FITradeoff na problemática de ordenação

A problemática de ordenação ( $P_{\gamma}$ ) aloca as alternativas em ordem crescente de preferência, determinando uma ordem definida baseada em um modelo de preferências [Roy, 1996]. Como o output final do FITradeoff não são valores exatos para as constantes de escala, mas sim um espaço de pesos para o qual a alternativa escolhida é melhor do que todas as outras, não é definido um valor global final para cada alternativa, mas sim um conjunto de valores que cada uma delas pode ter dentro do espaço de pesos final. Portanto, diferentes conjuntos de pesos dentro do espaço podem levar a diferentes ordens das alternativas, o que mostra que o FITradeoff em sua forma original não é suficiente para resolver problemas de ordenação.

Para resolver problemas de ordenação com base no FITradeoff, a estruturação do processo de elicitação permanece o mesmo da problemática de escolha: o decisor responde perguntas considerando tradeoffs entre conseqüências, declarando relações de preferência estrita entre elas, e as informações obtidas com as respostas do decisor são utilizadas para atualizar o espaço de pesos a cada interação [de Almeida et al., 2016].

A diferença significativa para a problemática de ordenação encontra-se na modelagem da programação linear. No modelo de escolha, o modelo de programação linear avalia a potencial otimalidade das alternativas no atual espaço de pesos, isto é, verifica se uma alternativa consegue ser melhor do que todas as outras para pelo menos um conjunto de pesos dentro desse espaço. A potencial otimalidade é útil no contexto de escolha, já que atua como um filtro separador: alternativas potencialmente ótimas continuam no processo como candidatas a serem a solução ótima final, e aquelas que não são potencialmente ótimas são eliminadas do processo. Já no modelo de ordenação, a verificação da potencial otimalidade das alternativas dá lugar à verificação de relações de dominância par a par entre as alternativas dentro do atual espaço de



pesos, de forma que seja possível estabelecer relações de preferência entre elas, e assim construir uma ordem parcial a cada interação. A verificação das relações de dominância se dá através da modificação da função objetivo do modelo de programação linear do FITradeoff, que agora se dá pela equação 1, e as restrições do PPL são os limites superiores e inferiores das constantes de escala, que caracterizam o espaço de pesos, assim como no problema de escolha [de Almeida et al., 2016].

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

Portanto, as relações de dominância são definidas da seguinte forma: caso a máxima diferença entre os valores globais de  $A_i$  e  $A_k$  seja menor que 0,  $A_k$  domina  $A_i$ ; caso a máxima diferença entre  $A_i$  e  $A_k$  seja maior do que zero, e entre  $A_k$  e  $A_i$  também seja maior do que zero,  $A_i$  e  $A_k$  são incomparáveis; caso a máxima diferença entre  $A_i$  e  $A_k$  e entre  $A_k$  e  $A_i$  seja menor do que um determinado limiar de equivalência  $\varepsilon$  previamente definido pelo decisor,  $A_i$  e  $A_k$  são indiferentes.

À medida que o decisor vai dando mais informações ao longo do processo, o espaço de pesos é atualizado e novas relações de dominância vão sendo encontradas porque o espaço de pesos vai se estreitando, de forma que o ranking vai ficando cada vez mais completo. O processo termina quando um ranking completo das alternativas é encontrado, ou quando o decisor não está mais disposto a continuar o processo de elicitação, seja porque a ordem parcial obtida já é suficiente para ele, ou porque ele não tem mais informações para fornecer.

### 3. Resultados esperados

O procedimento do FITradeoff para a problemática de ordenação será ilustrado por meio de uma aplicação a um problema prático. Através da aplicação, será possível observar algumas diferenças metodológicas que ocorrem comparando com a problemática de escolha, a exemplo do número de perguntas respondidas na elicitação. Em geral, uma quantidade maior de informação é necessária para construir um ranking, comparada com a quantidade requerida para selecionar apenas uma alternativa, de forma que na ordenação é esperado um aumento no número de perguntas da elicitação. Ainda assim, o método ainda se mostra vantajoso comparado a métodos de informação completa, pois a informação requerida pelo decisor é mais fácil de ser fornecida.

### Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente apoiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

### Referências

Belton, V.; Stewart, T. (2002). Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. *Springer Science & Business Media*.

de Almeida, A. T., Almeida, J. A., Costa, A. P. C. S., 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*.

Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976). *Decision analysis with multiple conflicting objectives*. Wiley & Sons, New York.

Mustajoki, J.; Hamalainen, R.P.; Salo, A. (2005) Decision support by interval SMART/SWING - incorporating imprecision in the SMART and SWING methods. *Decision Sciences*, 36(2): 317-339.



Roy, B. (1992). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers.

Salo, A.A.; Hamalainen, R.P. (1992). Preference assessment by imprecise ratio statements. *Operations Research*, 40(6): 1053-1061.

Salo, A.A.; Hamalainen, R.P. (2001). Preference ratios in multiattribute evaluation (PRIME)-elicitation and decision procedures under incomplete information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 31(6): 533-545, 2001.

Salo, A; Punkka, A. (2005). Rank inclusion in criteria hierarchies. *European Journal of Operational Research*, 163(2): 338-356.

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