

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

MODELAGEM MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE ERP

Marcus Vinícius das Neves Toffano¹ – mtoffano@uol.com.br

Bruno Netto Barbosa Paixão¹ – brunonbpaixao@gmail.com

Daniel Nocera de Campos¹ – daniel.decampos1@gmail.com

Aline Pires Viera de Vasconcelos¹ – alineprofcefet@gmail.com

Henrique Rego Monteiro da Hora¹ – henrique.dahora@iff.edu.br

¹ Instituto Federal Fluminense – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Resumo

Contexto: A necessidade de melhoria contínua dos processos das organizações visando a otimização dos resultados e a sobrevivência em um mercado altamente competitivo e dinâmico, tem impulsionado os investimentos das empresas em Tecnologia da Informação (TI). Neste cenário as organizações têm buscado sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) capazes de potencializar a sua eficiência operacional a partir da otimização dos seus processos.

Objetivo: Apresentar uma modelagem matemática não compensatória para ordenação de sistemas ERP, a partir da análise de critérios de *softwares* e fornecedores de modo a criar um ranking das principais soluções disponíveis no mercado.

Metodologia: Foi criada uma matriz de apoio ao processo decisório empregando a metodologia de tomada de decisão multicritério PROMÉTHÉE II. Após, foram extraídos os valores de uma pesquisa de ERP do grupo Gartner para realização de uma análise comparativa dos resultados.

Resultado: Constatou-se que a comparação entre os *rankings* de soluções de ERP do Gartner e PROMÉTHÉE II em relação a avaliação dos critérios de *software* obteve significativo grau de correlação. No entanto, a partir da análise comparativa entre os *rankings* baseada em critérios de fornecedores houve relevante dispersão.

Conclusões: A partir dos resultados foi possível constatar que a alternativa de ERP com melhor pontuação considerando os critérios de sistemas e utilizando a matriz de apoio à decisão proposta neste estudo foi o ERP IFS. Contudo, levando em consideração os critérios de fornecedores a alternativa com melhor desempenho foi o sistema SAP.

Palavras-chave: ERP, Fornecedores, Gartner, MCDA, Sistemas.

1. INTRODUÇÃO

Há tempos o cenário corporativo vem sendo modificado pela tecnologia e com isso as organizações buscam cada vez mais investir na TI para aumentar a sua competitividade, seja pela redução de custos, melhoria de produtos e serviços ou outras estratégias com o foco em reter ou atrair clientes. Diante desta realidade os sistemas ERP tem ganhado cada vez mais espaço nas organizações (Pereira, 2017).

Os sistemas ERP são responsáveis por integrar e suportar todos os principais processos de uma empresa, tais como contabilidade, finanças, manufatura e gestão de recursos humanos, fornecendo uma plataforma unificada de banco de dados e aplicativos de negócios. A modelagem e desenvolvimento dos sistemas ERP líderes de mercado são geralmente equipados com as melhores práticas para que, simplesmente implementando os sistemas adequadamente, as empresas possam melhorar seus processos de negócios (Hamidi, 2015).

O sucesso na implantação de um sistema ERP depende do alinhamento entre o *software*, cultura, maturidade e objetivos da empresa. O princípio do sistema ERP é simples, no entanto sua implantação no contexto empresarial é complexa, levando alguns meses ou até mesmo anos para seu completo funcionamento. A fase de seleção de um sistema ERP é crucial para o sucesso do projeto, pois nesta etapa a empresa deve elencar as alternativas que sejam aderentes a sua estratégia e que disponham de requisitos capazes de suprir as suas demandas de forma plena e com menor esforço de customização possível. Para tal, deve-se adquirir um sistema que esteja o mais próximo possível da estratégia empresarial (Laudon & Jane, 2014).

De forma a viabilizar um projeto de implantação de um sistema ERP, devem ser observados diversos fatores. A maturidade da organização para gerenciamento de processos é talvez um dos fatores mais críticos para o sucesso, pois é determinante na capacidade e velocidade de adaptação para a mudança. Caso o nível de maturidade na gestão de processos da empresa seja baixo, será necessária ainda mais ênfase na etapa de planejamento e o projeto deve ser o precursor do aperfeiçoamento dos processos da empresa, de forma a conduzi-la para a realização de seus objetivos (Daneva, 2002).

Este estudo objetiva apresentar uma modelagem multicritério não compensatória para ordenação de soluções de ERP a partir da análise de critérios de sistemas e fornecedores, utilizando-se da aplicação do método PROMÉTHÉE II (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*).

2. METODOLOGIA

Segundo Gil (2010) o presente artigo possui caráter descritivo, pois busca descrever características de uma determinada população. Por fazer o uso de ferramentas de suporte à decisão, e por realizar sua análise com base em dados numéricos, possui uma abordagem quantitativa.

Para elaboração deste trabalho foram coletadas informações de uma pesquisa realizada pelo Grupo Gartner (2018) para ordenação de ERP e após foi feita uma comparação do *ranking* do Gartner com o *ranking* gerado a partir do método apresentado neste trabalho. A elaboração da ordenação deu-se pela análise de dados que são utilizados pelo Gartner, estes critérios foram segmentados em duas vertentes, *software*: (I) preço, (II) tempo de projeto, (III)

funcionalidade, (IV) interface, (V) flexibilidade, (VI) confiabilidade. No segmento de análise dos fornecedores foram adotados: (I) reputação, (II) capacidade técnica, (III) suporte.

Em sua publicação, Wei *et al.* (2005) utilizou os mesmos critérios similares ao Gartner para avaliação de soluções de ERP, a segmentação e descrição dos critérios é apresentada nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Critérios de avaliação de softwares de ERP.

Nº	ATRIBUTO	CARACTERÍSTICAS
1	Custo total	É definido como a composição entre custo de licença, custos de manutenção, despesas de consultoria (implementação) e custos de infraestrutura.
2	Tempo de implementação	Compreende o tempo de implementação, considerando desde o desenho do processo, configuração, teste, treinamento e entrada em produção.
3	Funcionalidade	Módulos completos que atendam a todos os requisitos dos processos, funcionalidades standard que atendam aos processos existentes através de configuração de parâmetros, Segurança da informação através de gestão de permissão (perfis) e proteção dos bancos de dados, multi linguagem e multi moeda.
4	Sistema amigável	É definido como facilidade operacional apresentada pelo sistema. Interface gráfica intuitiva, comando passo a passo e guia de referência, treinamento e manual online de cada rotina do sistema.
5	Flexibilidade	Linguagem de programação consolidada, capacidade de integração com outros sistemas e plataformas, possibilidade de customizações através de desenvolvimentos internos.
6	Confiabilidade	Estabilidade do sistema através de sua maturidade no processo de desenvolvimento, habilidade de recuperação automática através de backup e dados.

Tabela 2 - Critérios de avaliação de fornecedores de ERP

Nº	ATRIBUTO	CARACTERÍSTICAS
1	Reputação	Estabelecida através da estabilidade financeira da empresa, capacidade de entrega em escala, posição que ocupa no mercado (<i>market share</i>).
2	Capacidade técnica	Percentual do faturamento direcionado à pesquisa e desenvolvimento, quantidade de pesquisadores, suporte técnico através de atualização da tecnologia, capacidade de implementação através da experiência dos consultores e maturidade de metodologia de implementação;

3	Serviços	É definido pelo contrato de garantias, serviço de treinamento e capacitação online, estabelecimento e cumprimento de SLA (<i>Service Level Agreement</i>).
---	----------	--

Para a análise comparativa foi adotado o método PROMÉTHÉE II. Este método foi desenvolvido por (Brans & Vincke, 1985). As grandes vantagens deste método são a estruturação do problema e na capacidade de processamento de dados. O *software* que é utilizado na pesquisa é o Visual PROMÉTHÉE (Mareschal, 2014).

A escolha do modelo deu-se por resultar na ordenação das alternativas, reservando os primeiros lugares para as ERP de melhor desempenho homogêneo e as últimas posições para ERP de pior desempenho homogêneo.

O cálculo do método PROMÉTHÉE II é composto de quatro etapas:

- 1) Calcular a diferença de desempenho da alternativa x_i com a alternativa x_k relativa ao critério j e a função de preferência relativa de cada critério j . A preferência relativa é dada por:

$$P(x_i, x_k) = P_j(|u_j(x_i) - u_j(x_k)|) = P(\delta_{ik})$$

sendo a diferença para cada par de alternativa representada por,

$$\delta_{ik} = |u_j(x_i) - u_j(x_k)|$$

Sendo que:

- $x_i, x_k =$ Alternativas possíveis;
- $\delta_{ik} =$ Diferença de desempenho das alternativas;
- $P =$ Função de preferência relativa.

- 2) Calcular o índice de preferência (s_{ik}) da alternativa x_i comparada a alternativa x_k , este índice é dado pela equação:

$$s_{ik} = \frac{\sum_j w_j \cdot P_j(x_i, x_k)}{\sum_j w_j}$$

Onde w_j representa o peso de cada critério, ou seja, a importância que o decisor atribui ao critério dentro do problema em questão.

- 3) No terceiro passo deve-se calcular os fluxos de superação. O primeiro fluxo é chamado de fluxo de superação positivo, ou fluxo de saída, que é expressado por:

$$\Phi_i^+ = \sum_k S_{ik}$$

Sendo que Φ_i^+ representa como a alternativa x_i supera as demais alternativas.

O segundo é o fluxo de superação negativo, também chamado de fluxo de entrada. Pode ser calculado como:

$$\Phi_i^- = \sum_k S_{ki}$$

Sendo que Φ_i^- expressa como a alternativa x_i é superada pelas demais alternativas.

- 4) O quarto e último passo consiste em obter a ordenação final utilizando o conceito de fluxo líquido, que representa o balanço final entre o poder e a fraqueza de uma determinada alternativa. Vale ressaltar que quanto maior o valor do fluxo líquido melhor é o desempenho da alternativa. A equação de fluxo líquido é dada por:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Para se determinar os pesos dos critérios é necessário antecipadamente definir a sua importância no problema de multicritério, em que a importância normalmente é reflexo da preferência subjetiva do decisor (Markovic Brankovic, Markovic, & Nikolic, 2018). Nesta pesquisa são utilizadas as médias dos pesos descritos por Wei *et al.* (2005), onde o mesmo utiliza o método de AHP para seleção de ERP.

Após a aplicação do método é calculado o coeficiente de correlação de Spearman, que é utilizado para relações envolvendo variáveis ordinais. Para Zhang *et al.* (2016) este coeficiente é utilizado em comparação de rankings e para calcular a dispersão entre duas ordenações distintas.

$$s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{(n^3 - n)}$$

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A partir do preenchimento da matriz de suporte à decisão com base nos critérios supracitados pelo Grupo Gartner (2018), foi realizada a ordenação de soluções de ERP utilizando o método PROMÉTHÉE II e para população da matriz decisória foram utilizadas informações da pesquisa de sistemas ERP divulgada pelo Gartner.

O ranking resultante da matriz apresenta os sistemas ordenados por desempenho decrescente nos critérios de *software* na seguinte disposição: (I) IFS, (II) Epicor, (III) Oracle, (IV) Infor, (V) Microsoft e (VI) SAP, conforme mostra figura 1.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	IFS	0,8914	0,8998	0,0083
2	Epicor	0,3029	0,5987	0,2958
3	Oracle	-0,0382	0,3861	0,4243
4	Infor	-0,0845	0,4080	0,4925
5	Microsoft	-0,5358	0,1978	0,7335
6	SAP	-0,5358	0,1888	0,7247

Figura 1 - Matriz e ranking de sistemas ERP baseado em critérios de *software*

Já o *ranking* resultante da matriz apresenta os sistemas ordenados por desempenho decrescente nos critérios de fornecedor na seguinte disposição: (I) SAP, (II) IFS, (III) Oracle, (IV) Epicor, (V) Microsoft e (VI) Infor, conforme mostra figura 2.

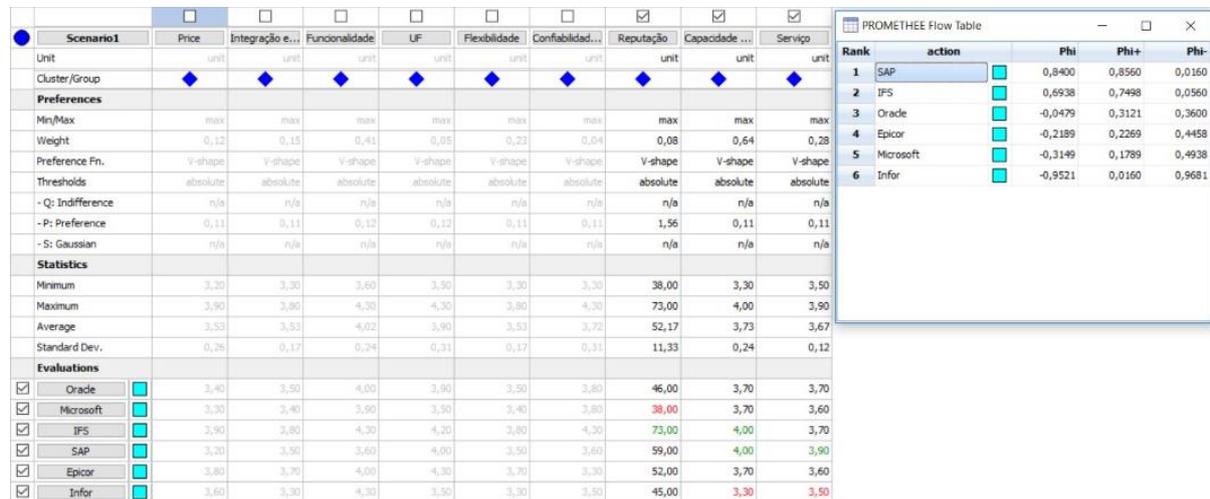


Figura 2 - Matriz e *ranking* de sistemas ERP baseado em critérios de fornecedores

Considerando a comparação dos *rankings* obtidos através do método PROMÉTHÉE II e o *ranking* do Gartner, foi observado representativo grau de coeficiente de correlação no que tange a critérios de *software*, onde o coeficiente de spearman foi de 0,83 o que indica que houve pouca dispersão, conforme mostra figura 3.

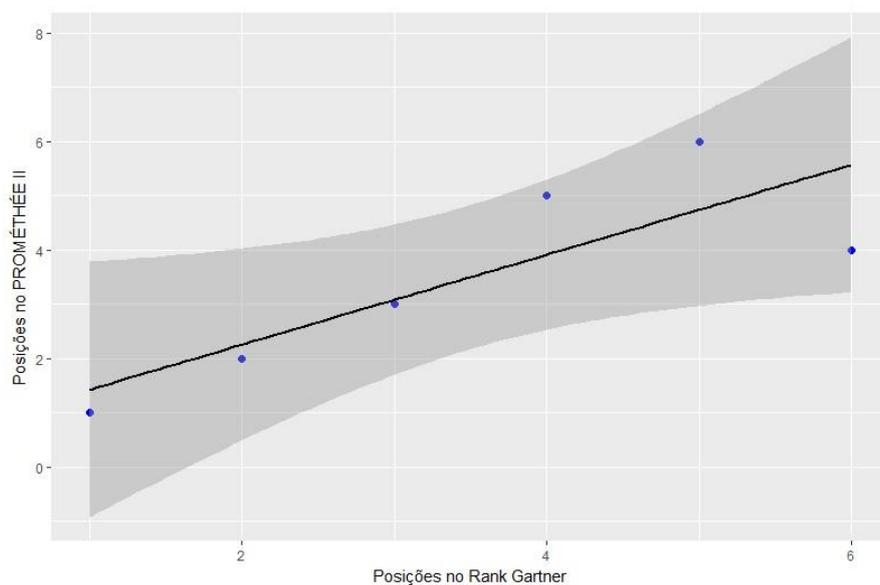


Figura 3 - Gráfico de dispersão dos *rankings* Gartner e PROMÉTHÉE II (critérios de *software*).

Os pontos nos gráficos representam os ERP analisados e seu posicionamento está relacionado a comparação entre as duas ordenações (compensatória e não-compensatória). A área sombreada representa o intervalo de confiança da regressão linear, que é a frequência com o qual o intervalo observado contém o parâmetro real de interesse quando o experimento

é repetido várias vezes. É possível observar que há uma tendência dos dados estarem localizados no bissetor, porém isso não acontece pois existem diferenças entre as ordenações que resultam em dispersões. Ao avaliar os *rankings* obtidos através do método PROMÉTHÉE II e o *ranking* do Gartner a partir de critérios de fornecedor, foi observado elevado grau de distorção, onde o coeficiente de *Spearman* foi de 0,37, conforme mostra figura 4.

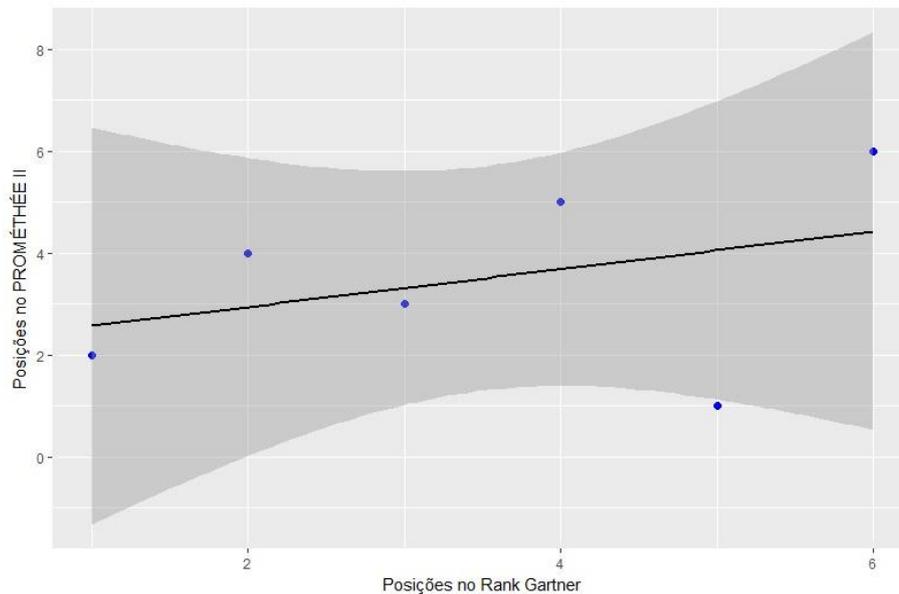


Figura 4 - Análise de *rankings* Gartner e PROMÉTHÉE II (critérios de fornecedor).

O valor baixo do coeficiente de *spearman* indica que sistemas ERP que tinham boa colocação na base Gartner não obtiveram boa colocação com a aplicação de modelagem não-compensatória.

5. CONCLUSÃO

Baseado nos critérios selecionados foram realizadas duas comparações, sendo a primeira comparação entre o ranking do Gartner e o ranking do PROMÉTHÉE no quesito de *Software* e a segunda comparação entre o ranking do Gartner e o *ranking* do PROMETHEE no quesito de Fornecedor.

No primeiro gráfico de matriz de dispersão entre os softwares foi observada uma grande aderência quando são comparados os resultados do Gartner com os resultados PROMÉTHÉE II, haja visto ao coeficiente de Spearman, que é de 0,829. Isso denota que há um alto grau de aderência entre o resultado obtido pelo ranking do Gartner e pelo ranking proposto neste estudo utilizando-se o método PROMÉTHÉE II, demonstrando que ambos têm praticamente as mesmas posições entre os ERP, com algumas pequenas variações.

Em contrapartida, quando é realizada a comparação entre o *ranking* do Gartner e o ranking PROMÉTHÉE II do quesito Fornecedor, há uma grande diferença entre os resultados obtidos conforme demonstrado através do resultado do coeficiente de Spearman, que é de 0,371, demonstrando através de gráficos uma grande dispersão entre seus resultados.

Diante do exposto é possível concluir que os métodos não compensatórios favorecem a dispersão entre a análise dos *rankings* no que tange aos critérios de fornecedores, porém não apresentam considerável disparidade quando os *rankings* são elaborados levando em consideração critérios de *software*.

Deste modo é possível concluir que a dispersão observada entre a ordenação dos rankings utilizando o método Gartner e método PROMÉTHÉE é devido ao fato do método Gartner utilizar um modelo compensatório, enquanto o PROMÉTHÉE é não compensatório.

6. REFERÊNCIAS

- Daneva, M. (2002). Using maturity assessments to understand the ERP requirements engineering process (p. 255–262). *IEEE Comput. Soc.* <https://doi.org/10.1109/ICRE.2002.1048536>
- Gil, A. C. (2010). *Método e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Hamidi, H. (2015). Selecting Enterprise Resource Planning System Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method, 3(4), 11.
- Inc, G. (2018). Compare Epicor vs. IFS vs. Infor vs. Microsoft vs. Oracle vs. SAP in Single-Instance ERP for Product-Centric Midmarket Companies | Gartner Peer Insights. Recuperado 9 de agosto de 2018, de <https://www.gartner.com/reviews/market/single-instance-erp-for-product-centric-midmarket-companies/compare/oracle-vs-sap-vs-infor-vs-ifs-vs-microsoft-vs-epicor>.
- J. P. Brans, & Ph. Vincke. (1985). A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management Science*, 31(6), 647–656.
- Laudon, K. C., & Jane, P. L. (2014). *Sistemas de Informação Gerenciais*. Pearson.
- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., & Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. *European Journal of Operational Research*, 153(2), 307–317. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00153-X).
- Mareschal, B. (2014). PROMETHEE & GAIA Software. Recuperado 9 de agosto de 2018, de <http://www.promethee-gaia.net/software.html>.
- Markovic Brankovic, J., Markovic, M., & Nikolic, D. (2018). Comparative study of hydraulic structures alternatives using promethee II complete ranking method. *Water Resources Management*, 32(10), 3457–3471. <https://doi.org/10.1007/s11269-018-2001-x>
- Pereira, K. C. J. Sistemas integrados e sua relevância nos processos produtivos das organizações. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*. Ano 4, n.º 16. **2017**.
- Wei, C. C., Chien, C.-F., & Wang, M.-J. J. (2005). An AHP-based approach to ERP system selection. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 47–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.03.004>
- Zhang, W. Y., Wei, Z.W., Wang, B.H., & Han, X.-P. (2016). Measuring mixing patterns in complex networks by Spearman rank correlation coefficient. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 451, 440–450. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.056>

MULTIPLE-CRITERIA MODELING FOR ERP SELECTION

Abstract

Context: The need for continual improvement of organizations 'processes aiming at optimizing results and survival in a highly competitive and dynamic market has driven companies' investments in Information Technology. In this scenario, organizations have been looking for ERP (Enterprise Resource Planning) systems capable of enhancing their operational efficiency by optimizing their processes.

Objective: To present a non-compensatory mathematical modeling for ordering ERP systems, from the analysis of software and suppliers criteria in order to create a ranking of the main solutions available in the market.

Methodology: A decision-support matrix was created using the PROMÉTHÉE II multicriteria decision-making methodology. Afterwards, the values of an ERP survey of the Gartner group were extracted for a comparative analysis of the results.

Results: It was verified that the comparison between the rankings of ERP solutions from Gartner and PROMÉTHÉE II in relation to the evaluation of the software criteria obtained a significant degree of correlation. However, from the comparative analysis between the rankings based on criteria of suppliers there was relevant dispersion.

Conclusions: From the results it was possible to verify that the ERP alternative with the best score considering the system criteria and using the decision support matrix proposed in this study was the IFS ERP. However, considering the vendor criteria the best performing alternative was the SAP system.

Keywords: ERP, Gartner, MCDA, Suppliers, Systems.