

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA: UM ESTUDO APLICADO À CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS DE EAI.

Manassés Vicente

Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense.

Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas, D.Sc.

Universidade Federal Fluminense.

Mirian Picinini Méxas, D.Sc.

Universidade Federal Fluminense.

Valdir Agostinho de Melo, D. Sc.

Centro Universitário Estadual da Zona Oeste.

Paulo Roberto de Sant'Anna, D.Sc.

Universidade Grande Rio.

A integração fornecida pelo ERP não é por si só suficiente, visto que falhou em atender a todas as áreas funcionais, deixando uma lacuna preenchida por softwares especialistas ou sistemas legados, principalmente em verticais de mercado não atendidas pelo ERP. É através da integração dos vários tipos de aplicações empresariais – EAI – que se atinge a integração ou inter-relacionamento dos processos de negócios e/ou estruturas de negócios. Portanto, EAI é tanto estratégica quanto operacional, pois afeta os resultados das organizações, conferindo-lhes competitividade e sustentabilidade nos negócios. Entretanto, as dificuldades do EAI começam na escolha / seleção das tecnologias existentes ainda no processo de aquisição, tornando a tomada de decisão na aquisição de tecnologias ou soluções de EAI uma tarefa complexa e difícil devido aos critérios não apenas quantitativos, mas também qualitativos. O objetivo deste trabalho é a análise da evolução dos estudos na literatura científica, que integre os conceitos EAI, ERP e MCDA, com vistas a encontrar critérios para seleção de tecnologias de EAI. O método de pesquisa consiste na análise bibliométrica, que possui semelhanças com o método TRIZ (Teoria da Resolução de Problemas Inventivos) empregado na gestão de conhecimento para inovação. Este estudo emprega o método para identificar possíveis tendências de inovação no tema proposto.

Palavras-chave: EAI . ERP . MCDA . CRITÉRIOS . BIBLIOMETRIA .

Introdução

No decorrer do desenvolvimento de uma dissertação de mestrado intitulada proposta de critérios para seleção das tecnologias de *enterprise application integration*: baseado em revisão da literatura, dos autores Vicente e Quelhas (2015), este trabalho de pesquisa bibliométrica foi desenvolvido como parte da dissertação.

Neste estudo, dois conceitos são abordados para expressar “integração de sistemas de informação”, dada as duas abordagens empregadas em função do negócio das organizações.: a) *ERP (Enterprise Resource Planning)* refere-se a sistema para o planejamento de recursos empresariais, conhecido no Brasil como Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (SIGE) ou Sistemas Integrados de Gestão (SIG); b) *EAI (Enterprise Application Integration)* integração de aplicações empresariais ou integração de sistemas de informação.

As diferenças da integração fornecida pelo *ERP* e *EAI*, segundo Roztock e Weistroffer (2015), é que a integração proporcionada pelo *ERP* tem por objetivo substituir a maior parte dos sistemas existentes na empresa (que não se interoperam ou integram); já a integração sinônimo do *EAI* combina o funcionamento dos diversos sistemas existentes usando *software* adicional que possibilite a integração das informações.

De acordo com Hanson et al. (2015), um projeto de *EAI* não é uma tarefa trivial, devido: a) às aplicações a serem integradas serem operadas em diversas plataformas tecnológicas; b) a elas integrarem aplicações desenvolvidas em diversas linguagens de programação, tais como: C#, C++, Java, PHP, J2EE; c) aos vários tipos de aplicações que precisam ser integradas, aplicações de “caixinha” ou empacotadas, aplicações legadas, aplicações especializadas (CRM, SCM, PLM, APS); d) a essas aplicações estarem geograficamente distribuídas e com isso o fator segurança da informação interfere na complexidade; e) à cooperação e parceria entre empresas concorrentes que geram complexidade na integração dessas aplicações, pois muitas regras de negócios não podem ser expostas, e também a dificuldade da integração devido a formatos e protocolos diferentes. Toda essa dificuldade se aplica também na escolha da tecnologia de *EAI* adequada para a realidade da organização.

Desenvolvimento

Para Yoshida (2010) a análise bibliométrica possui semelhanças com a metodologia TRIZ, empregada na gestão do conhecimento para inovação. Zhang et al. (2014) combinaram o método bibliométrico com a abordagem semântica TRIZ como ferramenta para processar os resultados. Neste estudo, a análise bibliométrica pesquisou o histórico de publicações à procura de padrões e / ou tendências de pesquisas.

A combinação dos termos CRITÉRIOS e *EAI* nas bases de dados acadêmicas *Scopus* ELSEVIER (2015) e *Web of Science* THOMSON REUTERS (2015), através do Portal de Periódicos Capes CAPES (2015), foram insignificantes, uma vez que retornaram trinta e dois artigos. Porém, após tratamento de artigos repetidos, indisponíveis ou desalinhados com o tema, apenas três artigos restaram.

A estratégia da pesquisa foi alterada, de modo a considerar métodos de análise multicritério. O foco da pesquisa não foi alterado, isto é, buscou-se conhecer os critérios utilizados na análise multicritério *MCDA* (*Multi-Criteria Decision Analysis*) combinados aos termos *ERP* e *EAI*, que empregaram algum método multicritério.

Desse modo que esta pesquisa utilizou as seguintes combinações booleanas: *MCDA* e *ERP* e *EAI*; *MCDA* e *ERP*; *MCDA* e *EAI*; *BORDA* e *ERP*; *BORDA* e *EAI*; *CONDORCET* e *ERP*; *CONDORCET* e *EAI*; *COPELAND* e *ERP*; *COPELAND* e *EAI*; *ELECTRE* e *ERP*; *ELECTRE* e *EAI*; *PROMETHEE* e *ERP*; *PROMETHEE* e *EAI*; *REGIME* e *ERP*; *REGIME* e *EAI*; *MACBETH* e *ERP*; *MACBETH* e *EAI*; *TOMASO* e *ERP*; *TOMASO* e *EAI*; *ZAPROS* e *ERP*; *ZAPROS* e *EAI*; *THOR* e *ERP*; *THOR* e *EAI*; *TODIM* e *ERP*; *TODIM* e *EAI*; *VIKOR* e *ERP*; *VIKOR* e *EAI*; *TOPSIS* e *ERP*; *TOPSIS* e *EAI*; *VIP ANALYSIS* e *ERP*; *VIP ANALYSIS* e *EAI*; *VDA* e *ERP*; *VDA* e *EAI*; *MAUT* e *ERP*; *MAUT* e *EAI*; *SMART* e *ERP*; *SMART* e *EAI*; *ANP* e *ERP*; *ANP* e *EAI*; *AHP* e *ERP*; *AHP* e *EAI*.

A pesquisa buscou artigos indexados nas bases de dados acadêmicas *Scopus*, *Web of Science*, e *Scielo*. As duas primeiras foram através do Portal de Periódicos Capes CAPES (2015) e a *SCIELO* foi no seu respectivo endereço, todas realizadas no primeiro semestre de 2015, tendo sido atualizadas pela última vez em

16 de setembro de 2015, abrangendo todos os anos disponíveis em cada base.

A base *SCIELO* tem forte representatividade no Brasil, justificando a escolha. A opção da base *Web of Science* deu-se em função da abrangência de todas as áreas do conhecimento científico. De igual modo, o uso da base *SCOPUS* justifica-se pela abrangência, e por ser na atualidade a maior base de dados de acordo com Moed (2009).

A amostra da pesquisa obteve mil e setenta e nove referências bibliográficas, sem considerar qualquer tipo de filtro. O escopo desse trabalho restringe-se a artigos publicados em periódicos, visando uma revisão da literatura mais atual. Devido a isso, nas bases onde foram possíveis (*Scopus* e *Web of Science*), foi aplicado o filtro por tipo de documento para que retornasse apenas artigos, desconsiderando todos os demais tipos de documentos existentes nessa base, tais como livros, teses e seções de livros, evidenciando quinhentos e quinze artigos elegíveis para a proposta desse trabalho, como se observa na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de referências bibliográficas por base de indexação

BASE	Quantidade Referências	Quantidade Artigos
Total <i>Scopus</i>	669	301
Total <i>Web of Science</i>	398	202
Total <i>Scielo</i>	12	12
Total	1079	515

Fonte: Elaborado pelos autores.

Inicialmente foram selecionados quinhentos e quinze artigos como resultado da pesquisa. Considerando a quantidade de artigos, sem levar em conta a disponibilidade dos mesmos no Portal Capes, buscou-se analisar algumas tendências em relação as regras bibliométricas.

Observa-se na Tabela 1, que as bases de periódicos com maior representatividade e com a abrangência necessária são *Scopus* e *Web of Science*.

Os termos de maior representatividade podem indicar os métodos amplamente empregados, bem como o sistema de informação *EAI* ou *ERP*. Aproximadamente dezoito por cento trata dos assuntos *ERP* e *EAI*, conforme apresentado na Tabela 2, sobre os quais observa-se a íntima relação dos assuntos,

mas em grande parte com um foco técnico, quase nunca buscando a contribuição dos mesmos para agilidade dos processos de negócios empresariais.

Tabela 2 – Quantidade de artigos por termo.

BUSCA	QTDE	PERCENT.
AHP e ERP	118	22,91 %
REGIME e ERP	92	17,86 %
ERP e EAI	91	17,67 %
SMART e ERP	58	11,26 %
MCDA e ERP	57	11,07 %
ANP e ERP	50	9,71 %
TOPSIS e ERP	16	3,11 %
VIKOR e ERP	6	1,17 %
BORDA e ERP	5	0,97 %
SMART e EAI	4	0,78 %
REGIME e EAI	3	0,58 %
PROMETHEE e ERP	3	0,58 %
MACBETH e ERP	3	0,58 %
AHP e EAI	3	0,58 %
MCDA e EAI	2	0,39 %
ANP e EAI	2	0,39 %
TODIM e ERP	1	0,19 %
ELECTRE e ERP	1	0,19 %
Total	515	100 %

Fonte: Elaborado pelos autores.

A quantidade insignificante de estudos sobre *EAI* que combine algum método de análise multicritério, não superior a um por cento do total de artigos, pode sinalizar a carência de pesquisas sobre o assunto.

De quinhentos e quinze artigos da pesquisa bibliométrica, cerca de vinte e três por cento versam sobre *ERP* e AHP (*AHP* - *Analytic Hierarchy Process* ou Processo Analítico Hierárquico) e dez por cento sobre *ERP* e ANP (*ANP* - *Analytic Network Process* ou Processo de Análise em Rede), trazendo resultados importantes sobre a priorização dos critérios para escolha / implantação / manutenção do ERP.

Há que se considerar que o método ANP, é uma variação do método AHP, ambos elaborados por Saaty (2013). Ao somar os resultados de AHP e ANP combinados com o termo ERP, a representatividade chega a aproximadamente trinta e quatro por cento dos artigos.

O conjunto inicial de referências bibliográficas, passou pela verificação e remoção de duplicidades; remoção de referências que não fossem artigos revisto por pares; descarte de artigos escritos nos idiomas chinês, alemão e francês devido à dificuldade dos pesquisadores com esses idiomas; remoção dos artigos desalinhados com o tema de pesquisa, através da análise dos títulos e resumos; e, descarte das referências que não possuíam o *paper* disponível.

O refinamento da pesquisa resultou em cinquenta e sete artigos, para os quais buscou-se identificar tendências, distribuídos cronologicamente conforme Tabela 3. Assim, observa-se um recorte temporal compreendido entre 2000 e 2015.

Tabela 3 – Quantidade de Artigos por Ano.

ANO	QTDE
2015	4
2014	6
2013	9
2012	8
2011	4
2010	4
2009	9
2008	5
2007	2
2006	1
2005	2
2004	1
2002	1
2000	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se um interesse crescente nos últimos anos, sendo que os anos 2009 e 2013 possuem a maior frequência de publicações sobre o tema abordado. A evolução da produção científica nos termos pesquisados fica evidente quando usada a escala cronológica. A distribuição de registros na .

, em relação ao ano de publicação, demonstra-se que:

- O ano de 2000 possui o artigo mais antigo indexado na base;
- Dois ciclos de produção mais significativos: a) 2008 – 2010; b) 2011 – 2015.



Figura 1 - Artigos da pesquisa por ano de publicação.
Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 4 contém os autores com mais de um artigo indexado nas bases pesquisadas e que fazem parte da amostra. Não foi realizada qualquer distinção entre autor e coautor; assim, nessa tabela os artigos são distribuídos quanto a sua autoria.

Tabela 4 – Quantidade de Artigos por Autor.

Autores	Qtde
Helder Gomes Costa	5
Mirian Picinini Méxas	4
Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas	4
Dursun Delen	2
J.-Y. Kuo	2
Alberto De	2
Gabriel Gonzaga de Souza	2
Medeiros Jr	2
Carlos Francisco Simões Gomes	2
Raphael de Brito Oliveira dos Santos	2
Gilberto Perez	2
S. Rouhani	2
Selim Zaim	2
Sérgio Lex	2
Huseyin Selcuk Kilic	2
Y.-C. Chen	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Há que se fazer referências à dificuldade quanto à identificação exclusiva do

autor. Cada periódico, cada base de indexação de artigos, cada *software* de bibliografia, tem uma forma específica de denominar ou abreviar o nome do autor. É possível que o mesmo autor seja identificado de várias formas. Essa é uma questão não resolvida e interfere diretamente nas métricas.

Existem iniciativas como ORCID (2015) e Researcher Id da ENAGO (2015) que fornecem um identificador digital para distinguir os pesquisadores, porém ainda não amplamente empregados. Destaca-se os autores com mais produções científicas sobre o tema pesquisado. A atenção deve ser maior para que, em buscas posteriores, esses autores sejam considerados. São eles: Helder Gomes Costa; Mirian Picinini Méxas; e Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas. Gomes e Costa e Souza (2013); Méxas e Quelhas e Costa (2011); Méxas e Quelhas e Costa (2012b); Méxas e Quelhas e Costa (2012a); Méxas e Costa e Quelhas (2013).

Para os artigos, foi apresentado na Tabela 5 os periódicos e suas representatividades em relação à quantidade de artigos publicados em cada um. Foi omitido nessa tabela os periódicos que retornaram um artigo apenas.

Tabela 5 – Quantidade de Artigos por Periódico.

Periódicos	Qtde. Artigos
Expert Systems with Applications	7
Journal of Enterprise Information Management	3
Applied Soft Computing	2
Business Process Management Journal	2
Computers in Industry	2
Decision Support Systems	2
Gestão & Produção	2
International Journal of Advancements in Computing Technology	2
International Journal of Production Economics	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Alguns autores acreditam na possibilidade da identificação de “escolas do pensamento” com propostas antagônicas ou com particularidades diferentes, selecionando os artigos mais antigos e os mais recentes. Porém, neste estudo não foi possível determinar tendências, embora tenha disso destacado cinco autores de cada grupo. O número cinco não segue nenhum critério e não influencia nos resultados deste trabalho.

Foram identificados os cinco artigos mais antigos de autores diferentes entre os artigos da amostra: Teltumbde (2000); Laurindo et al. (2002); Evgeniou (2002); Lee e Siau e Hong (2003); e, Okonski e Parker (2003). Foram identificados os cinco artigos mais recentes de autores diferentes entre os artigos da amostra: Kamal et al. (2015); Liao e Xu (2015); Chang et al. (2015); Kilic e Zaim e Delen (2015); e, Wang (2015).

O grau de relevância do artigo entende-se, nesse trabalho, como a quantidade de citação. Foi considerada a quantidade de citação para a escolha dos dez artigos mais relevantes sobre os termos da pesquisa, evidenciados na Tabela 6.

Tabela 6 – Os dez artigos mais citados.

Artigo; Autor	Qtde Citações
An AHP-based approach to <i>ERP</i> system selection; M.-J.J. Wang.	246
A framework for evaluating <i>ERP</i> projects; A. Teltumbde.	144
<i>Fuzzy</i> AHP-based decision support system for selecting <i>ERP</i> systems in textile industry by using balanced scorecard; Ufuk Cebeci.	121
Assessing risk in <i>ERP</i> projects: Identify and prioritize the factors; M.-T. Lin.	119
The impact of enterprise application integration on information system lifecycles; P.E.D. Love.	87
Evaluation of <i>software</i> development projects using a <i>fuzzy</i> multi-criteria decision approach; Da Ruan.	71
An AHP-based methodology to rank critical success factors of executive information systems; I. Herrero.	67
An <i>ERP software</i> selection process with using artificial neural network based on analytic network process approach; Kerim Goztepe.	46
Developing a practical framework for <i>ERP</i> readiness assessment using <i>fuzzy</i> analytic network process; Reza Ghodsi.	44
Evaluation model of business intelligence for enterprise systems using <i>fuzzy</i> TOPSIS; M. Jafari.	41

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclusão

Nesse estudo foi pesquisado a integração de três conceitos: ERP, *EAI* e MCDA, relacionando o emprego de métodos multicritério usados em algum contexto (seleção, implantação, manutenção) com sistemas de informação empresariais (*EIS* – *Enterprise Information Systems*).

Foram selecionados cinquenta e sete trabalhos publicados entre 2000 e 2015, após as etapas de eliminação. Os artigos revisados não apresentam uma forma padrão de avaliação. Assim, quando a avaliação tem um resultado negativo, não se sabe se é devido ao método de estruturação pobre ou é um problema de desenvolvimento.

Não foi encontrado estudo específico sobre o tema “critérios para a seleção das Tecnologias de *EAI*” na revisão da literatura. Os estudos sobre *EAI* não possuíam critérios voltados para a seleção de tecnologias.

As buscas pelas referências bibliográficas, evidenciaram que o método AHP é o mais empregado, e possui a adequação necessária para avaliação e seleção de sistema de informação.

Não foi observada a falta de métodos quantitativos/qualitativos para avaliar sistemas de informação, e tampouco não faltou descrição sobre os métodos utilizados para a avaliação. Porém, há falta de emprego no tocante a *EAI* e falta também critérios para a escolha da tecnologia de *EAI*.

Referências

CAPES. **Portal periodicos CAPES.** Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 14 set. 2015.

CHANG, B.; KUO, C.; WU, C.-H.; TZENG, G.-H. Using Fuzzy Analytic Network Process to assess the risks in enterprise resource planning system implementation. **Applied Soft Computing**, v. 28, p. 196–207, mar. 2015.

ELSEVIER. **Scopus.** Disponível em: <<https://www.scopus.com>>. Acesso em: 14 set. 2015.

ENAGO. **Experts' Take on ORCID - Enago Blog: Scientific Publication Help.** Disponível em: <<http://www.enago.com/blog/experts-take-on-orcid/>>. Acesso em: 14 set. 2015.

EVGENIOU, T. Information Integration and Information Strategies for Adaptive Enterprises. **European Management Journal**, v. 20, n. 5, p. 486–494, 2002.

GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G.; SOUZA, G. G. de. Abordagem estratégica para a seleção de sistemas erp utilizando apoio multicritério à decisão. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 3, p. 1060–1088, ago. 2013.

KAMAL, M. M.; BIGDELI, A. Z.; THEMISTOCLEOUS, M.; MORABITO, V. Investigating factors influencing local government decision makers while adopting integration technologies (IntTech). **Information & Management**, v. 52, n. 2, p. 135–150, mar. 2015.

KILIC, H. S.; ZAIM, S.; DELEN, D. Selecting “The Best” ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 5, p. 2343–2352, abr. 2015.

LAURINDO, F. J. B.; CARVALHO, M. M. de; PESSÔA, M. S. de P.; SHIMIZU, T. Selecionando uma aplicação de Tecnologia da Informação com enfoque na eficácia: um estudo de caso de um sistema para PCP. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 3, p. 377–396, 2002.

LEE, J.; SIAU, K.; HONG, S. Enterprise integration with ERP and EAI. **Communications of the Acm**, v. 46, n. 2, p. 54–60, fev. 2003.

LIAO, H.; XU, Z. Approaches to manage hesitant fuzzy linguistic information based on the cosine distance and similarity measures for HFLTSS and their application in qualitative decision making. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 12, p. 5328–5336, 15 jul. 2015.

MÉXAS, M. P.; COSTA, H. G.; QUELHAS, O. L. G. Evaluation of the importance of criteria for the selection of Integrated Management Systems (ERP) for use in civil construction companies. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 2, p. 337–356, 2013.

MÉXAS, M. P.; QUELHAS, O. L. G.; COSTA, H. G. Multicritério Aplicado à Seleção de Sistemas de Informação: Uma Revisão Bibliográfica. **Sistemas & Gestão**, v. 6, n. 3, p. 366–383, 2011.

MÉXAS, M. P.; QUELHAS, O. L. G.; COSTA, H. G. Prioritization criteria for enterprise resource planning systems selection for civil construction companies: a multicriteria approach. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 39, n. 8, p. 855–866, ago. 2012a.

MÉXAS, M. P.; QUELHAS, O. L. G.; COSTA, H. G. Prioritization of enterprise resource planning systems criteria: Focusing on construction industry. **International Journal of Production Economics**, v. 139, n. 1, p. 340–350, set. 2012b.

MOED, H. F. New Developments in the Use of Citation Analysis in Research Evaluation. **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis**, v. 57, n. 1, p. 13–18, 2009.

OKONSKI, Z.; PARKER, E. Enterprise Transforming Initiatives. **IEEE Power and Energy Magazine**, v. 1, n. 3, p. 32–35, 2003.

ORCID. **ORCID**. Disponível em: <<http://orcid.org/>>. Acesso em: 14 set. 2015.

ROZTOCKI, N.; WEISTROFFER, H. R. Investments in Enterprise Integration Technology: An Event Study. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 3, p. 659–672, jun. 2015.

SAATY, T. L. The Modern Science of Multicriteria Decision Making and Its Practical Applications: The AHP/ANP Approach. **Operations Research**, v. 61, n. 5, p. 1101–1118, out. 2013. . Acesso em: 23 out. 2014.

TELTUMBDE, A. A Framework for Evaluating ERP Projects. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 17 SPEC., p. 4507–4520, 2000.

THOMSON REUTERS. **Web of Science**. Disponível em: <<https://www.webofknowledge.com>>. Acesso em: 14 set. 2015.

VICENTE, M.; QUELHAS, O. L. G. **Proposta de critérios para seleção das tecnologias de enterprise application integration: baseado em revisão da literatura**. 2015. 187 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) – Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia, Niterói - RJ, 2015.

WANG, C.-H. Using quality function deployment to conduct vendor assessment and supplier recommendation for business-intelligence systems. **Computers & Industrial Engineering**, v. 84, p. 24–31, jun. 2015.

YOSHIDA, N. D. Análise Bibliométrica: Um estudo aplicado à previsão tecnológica. **Future Studies Research Journal**, v. 2, n. 1, p. 52 – 84, 2010.

ZHANG, Y.; ZHOU, X.; PORTER, A. L.; VICENTE GOMILA, J. M. How to Combine Term Clumping and Technology Roadmapping for Newly Emerging Science & Technology Competitive Intelligence: “problem & Solution” Pattern Based Semantic TRIZ Tool and Case Study. **Scientometrics**, v. 101, n. 2, p. 1375–1389, nov. 2014.