

Análise dos Fatores Críticos de Sucesso da Implantação de Sistemas ERP Através da Modelagem por Equações Estruturais

Rodrigo Otávio Ribeiro, Anderson Correia Ribeiro
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – São José dos Campos/SP

Resumo — A eficiência de uma empresa depende, em grande parte, do nível de integração entre os diversos processos organizacionais. A integração de processos e a melhoria do fluxo de informações podem ser conseguidas por meio da utilização de sistemas ERP. A implantação deste tipo de sistema, no entanto, tem alto custo e nem sempre é bem-sucedida. Neste trabalho, é apresentado o resultado parcial de um estudo que visa a propor um modelo de relacionamento entre os diversos fatores críticos que influenciam no resultado de implantação de um ERP. Pretende-se utilizar a técnica de modelagem por equações estruturais para calcular os coeficientes do modelo.

Palavras-chaves — Sistemas ERP, Modelagem por Equações Estruturais.

I. INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é apresentar os primeiros resultados do estudo que está sendo conduzido no programa de mestrado do primeiro autor. Será mostrada a motivação para o estudo, seu objetivo, uma revisão bibliográfica e uma proposta inicial da estrutura do modelo. Por fim, são feitas considerações quanto ao modelo apresentado e quanto à continuidade do estudo.

A. Motivação

A COMARA é uma unidade do COMAER, com sede em Belém-PA, responsável pela execução de obras aeroportuárias na Amazônia.

A necessidade de solicitar, comprar, estocar e transportar os materiais para os locais distantes e de difícil acesso onde são executadas as obras demanda um grande esforço logístico e gerencial.

Com o intuito de melhorar a coordenação entre as atividades e disponibilizar, de forma mais eficiente, as informações aos tomadores de decisão, a alta administração da COMARA decidiu estudar a viabilidade de implantar um sistema ERP na organização.

Os ERP são sistemas de informação vendidos como pacotes comerciais de *software* que visam à integrar os diversos processos da empresa. Os ERP podem servir de base para outros sistemas como sistemas de apoio à decisão e sistemas de informações logísticas.

Na implantação de um ERP existem diversas fases, desde a decisão de implantação, determinação das necessidades da empresa, seleção do fornecedor e do pacote ERP, implementação do *software* com adaptação a necessidades específicas e treinamento do pessoal, estabilização e, finalmente, utilização.

Tendo em vista os esforços (recursos humanos, tempo, capital) demandados na implantação de um ERP e os riscos associados a um projeto mal-sucedido, é de grande importância que sejam conhecidos os fatores críticos que influenciam no sucesso de um projeto como este. Muitos autores, no Brasil e no exterior, publicaram trabalhos focados nos possíveis fatores críticos de sucesso em projetos de implantação de ERP. Os estudos disponíveis na literatura formam a base deste trabalho.

B. Objetivo

À luz de trabalhos anteriores, nacionais e internacionais, que estudaram fatores que podem influenciar no sucesso da implantação de um ERP, este trabalho objetiva criar um modelo que relacione os fatores entre si e com o sucesso de um projeto de implantação.

A estrutura do modelo foi criada baseada em revisão bibliográfica. Pretende-se, utilizando a técnica de modelagem por equações estruturais, calcular os coeficientes do modelo e validá-lo, usando para isto massa de dados proveniente de pesquisa a ser realizada em empresas onde já tenham sido implantados sistemas ERP.

O modelo permitirá avaliar as possibilidades de sucesso de um ERP numa organização que pretende implantá-lo e fornece subsídios para um melhor gerenciamento da implantação.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A. Sistemas ERP

Os Sistemas ERP surgiram no início da década de 90 como uma evolução dos sistemas MRP II, e se destinam a dar suporte aos processos operacionais de uma empresa, integrando os dados provenientes dos diversos setores num único bando de dados, que por sua vez é acessado através dos diversos módulos do *software* específicos para cada área. São geralmente adquiridos na forma de pacotes de *software* [1].

Zhang e outros [2] cita um artigo de 1998 onde se afirma que 90% dos projetos de implantação de sistemas ERP atrasam ou ultrapassam o orçamento previsto, e que apenas 33% dos projetos obtêm sucesso. Segundo outro trabalho citado por estes autores, a taxa de sucesso de projetos de implantação de ERP na China era de apenas 10% no final da década de 90.

Por outro lado, os benefícios de um sistema ERP são destacados por Rutner e outros [3], que pesquisaram a relação entre a integração das atividades logísticas e a implantação de sistemas ERP em empresas americanas. Tendo em vista que

um sistema ERP provê um mecanismo para coletar, gerenciar e compartilhar informações organizacionais, os autores afirmam que a integração logística está diretamente relacionada à existência de um ERP.

Os fatores levados em consideração na seleção e implantação de sistemas ERP em pequenas e médias empresas da Austrália foram relatados por Reuther e Chattopadhyay [4]. Além das características dos projetos, como custo, duração e método de implementação, foi medida a taxa de sucesso por meio de avaliação subjetiva dos entrevistados, que tinham que dar um percentual geral de sucesso do projeto considerando a duração, benefícios financeiros e melhoria dos processos.

Hypólito e Pamplona [5] estudaram os problemas que ocorreram durante a implantação de sistemas ERP em quatro empresas no Vale do Paraíba. Entre os problemas relatados, estão os relacionados à adaptação da empresa ao sistema e a adequação do sistema à empresa.

No trabalho de Bergamaschi e Reinhard [6] é feito um levantamento em 43 empresas brasileiras onde foram implantados sistemas ERP. Através de questionários, os autores avaliaram, junto a gerentes responsáveis pela implantação do ERP e usuários do sistema, os fatores críticos para o sucesso do projeto. Dentre os fatores que foram considerados críticos estão a clareza da definição dos objetivos do projeto de implantação e o apoio da alta administração.

Zhang e outros [2] estudaram um modelo para relacionar alguns fatores ligados à implantação de sistemas ERP ao sucesso do projeto. Os fatores propostos são relacionados ao ambiente organizacional (apoio da alta administração, reengenharia dos processos, gerenciamento efetivo do projeto, comprometimento geral da empresa), as características do quadro de funcionários (educação e treinamento, envolvimento dos usuários), características técnicas do sistema (nível de adequação de software e hardware, confiabilidade de dados), suporte dado pelo fornecedor do ERP e impacto cultural na organização (cultura organizacional da China).

Holland e Light [7] propuseram uma metodologia de pesquisa dos fatores críticos para a implantação de sistemas ERP, visando a guiar gerentes na escolha de uma estratégia de implantação e na tomada de decisões. Eles dividiram os fatores em duas classes: Fatores Estratégicos e Fatores Táticos (Tabela I). Os autores também citam algumas interações prováveis entre os fatores considerados. Por exemplo, as características dos “sistemas legados” influenciam na “estratégia de implementação”. Este tipo de relacionamento entre variáveis é determinante na construção do modelo por equações estruturais, como será mostrado na próxima seção.

TABELA I FATORES TÁTICOS E ESTRATÉGICOS (HOLLAND E LIGHT)

Implantação de Sistemas ERP	
Fatores Estratégicos	Fatores Táticos
- Sistemas legados	- Consulta ao usuário
- Visão de negócio	- Pessoal
- Estratégia de implementação	- BPC* e configuração do software
- Apoio da alta administração	- Aceitação do usuário
- Cronograma e planos do projeto	- Monitoração e <i>feedback</i>
	- Comunicação
	- Solução dos problemas

(*) BPC – *Business Process Change*

B. Modelagem por Equações Estruturais

Hair e outros [8] apresentam a modelagem por equações estruturais como sendo uma combinação de técnicas de dependência e interdependência, baseado em duas técnicas de análise multivariada: análise fatorial e regressão múltipla.

A **modelagem por equações estruturais** (*Structural Equations Modeling*) pode ser entendido como um conjunto de modelos estatísticos que visam a explicar a inter-relação entre múltiplas variáveis. Esta inter-relação forma uma estrutura de interdependência, representando a estrutura de relações entre as variáveis do fenômeno estudado, e que pode ser expressa por um sistema de equações similares a equações de regressão múltipla.

Uma forma comum de representação gráfica da estrutura do fenômeno é o **diagrama de caminho** (*path diagram*). Um exemplo é mostrado na Fig. 1.

Diferentemente de outras técnicas de análise multivariada, as equações estruturais permitem a estimação simultânea de múltiplas equações, onde a variável dependente de uma equação pode ser variável independente em outra equação. O modelo permite também que haja correlação entre as variáveis exógenas.

No diagrama da Fig. 1 o pesquisador considerou, na modelagem do fenômeno, que a variável endógena 1 é explicada pelas variáveis exógenas 1, 2 e 3. Outra relação causal considerada foi a da variável endógena 2, que depende da variável endógena 1 e da variável exógena 1. Finalmente, no modelo apresentado considera-se que há um efeito de inter-correlação entre as variáveis exógenas 1 e 2 e entre as variáveis exógenas 1 e 3.

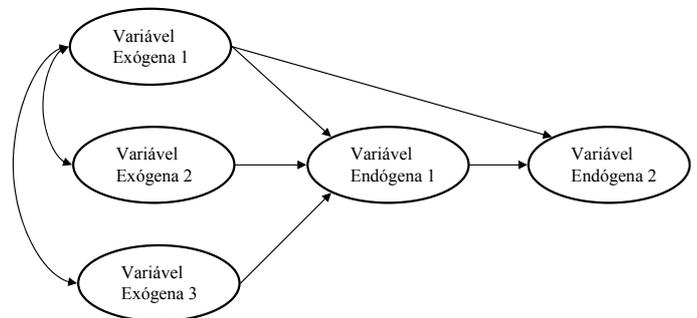


Figura 1 - Exemplo de diagrama de caminho.

Outra habilidade do modelo de equações estruturais é a incorporação das chamadas **variáveis latentes**, que são conceitos hipotéticos ou não observáveis diretamente, mas que podem ser representados por variáveis observáveis ou mensuráveis. A variável latente é medida indiretamente pelo exame da consistência entre as **variáveis mensuráveis**, também chamados indicadores. Num modelo, tanto as variáveis exógenas quanto as endógenas podem ser variáveis latentes, caso sejam indiretamente medidas através de uma ou mais variáveis mensuráveis.

A Fig. 2 repete o diagrama da Fig. 1, porém considerando que as variáveis exógenas 1 e 3 e a variável endógena 2 são variáveis latentes explicadas pelas variáveis mensuráveis X_1 e X_5 e Y_1 e Y_2 .

A modelagem por equações estruturais permite estimar, por meio de massa de dados provenientes de levantamentos, experiência ou pesquisa, os valores das relações entre as variáveis. Os valores das relações entre as variáveis latentes e os indicadores (variáveis mensuráveis), representados por λ ,

são calculados por meio de análise fatorial confirmatória, que é similar à análise fatorial exploratória. As relações correlacionais (representados por γ) e causais (representadas por δ) são calculadas por meio de uma técnica chamada análise de caminho (*path analysis*). Esta técnica utiliza o diagrama de caminho e uma matriz de correlação ou covariância bivariada entre as variáveis para calcular os valores de cada relação (caminho) no diagrama. Existem *softwares* estatísticos no mercado que utilizam métodos como o LISREL e o CALIS para proceder à análise de caminho.

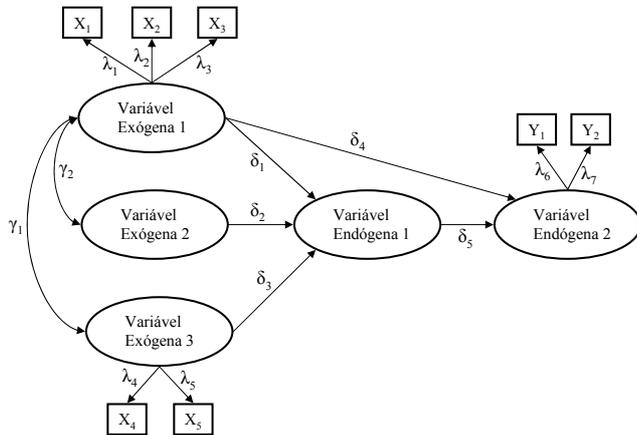


Figura 2 - Diagrama de caminho com variáveis latentes.

Um exemplo de utilização de modelagem por equações estruturais é o trabalho de Fallan e outros [9], que propuseram um modelo da influência de características organizacionais na decisão de adoção, por parte de empresas Norueguesas, de instrumentos de planejamento de impostos. Os autores consideraram variáveis exógenas latentes como, por exemplo, “Capacidade Administrativa”, que foi medida indiretamente pelos indicadores “Idade da empresa” e “Faturamento”.

Outro exemplo é o trabalho de Morris e outros [10], que estudaram os fatores determinantes para o sucesso da transição de empresas familiares para os herdeiros. Neste caso, o sucesso era representado, no modelo, pela variável latente “Performance após transição”, que por sua vez era medida indiretamente pelas variáveis mensuráveis “crescimento de vendas” e “crescimento do lucro”, dentre outras.

Um exemplo de trabalho na área de tecnologia da informação e comunicação é o de Papastathopoulou e outros [11], que estudaram a difusão, dentro das organizações, de novas tecnologias como CRM, ERP e Intranet (Fig. 3).

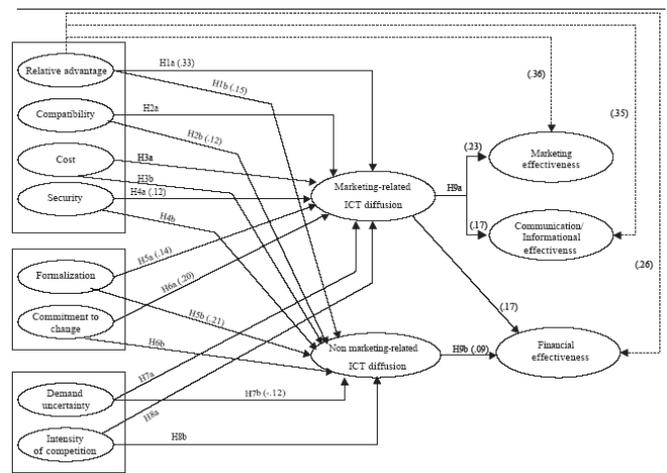


Figura 3 – Diagrama de caminho do modelo de Papastathopoulou e outros.

III. MODELAGEM

A. Fatores de Influência

Por meio dos estudos de caso e levantamentos relatados na literatura, pôde-se relacionar uma série de fatores que foram considerados importantes no resultado final da implantação de um sistema ERP ou que foram causas de problemas durante o projeto. Estes fatores foram agrupados em três categorias: organização, projeto de implantação e sistema ERP (Tabela II).

TABELA II FATORES QUE INFLUENCIAM A IMPLANTAÇÃO DE ERP

Organização	Projeto de implantação
- Características dos sistemas legados	- Estratégia de implementação
- Visão do negócio	- Gerenciamento efetivo do projeto
- Apoio da alta administração	- Divulgação e comunicação
- Nível educacional dos funcionários	- Consulta e envolvimento dos usuários
- Resistência à mudança	- Melhoria dos processos da empresa
Sistema ERP	
Características do Sistema ERP	
Suporte Técnico do Fornecedor	

B. Medidas de Sucesso

Uma questão fundamental na análise do resultado da implantação de sistemas ERP é a forma de se mensurar o quanto bem-sucedido foi o projeto. Dversas medidas de sucesso são utilizadas nos trabalhos sobre ERP, a maioria com caráter totalmente subjetivo e dependente da opinião de funcionários das empresas que fazem parte do espaço amostral destas pesquisas.

Na Tabela III são listadas algumas medidas de sucesso existentes na literatura.

TABELA III MEDIDAS DE SUCESSO E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Implantação de Sistemas ERP
Zhang e outros [13]
Classificação ABCD: grau de integração dos procesos.
Satisfação do Usuário: medida subjetiva, com quatro níveis, do grau de atendimento às expectativas.
Bergamaschi e Reinhard [1].
Grau de atendimento às motivações para implantação: indicação, pelos respondentes, se uma possível motivação foi ou não atendida.
Reuther e Chattopadhyay [XX]
Avaliação subjetiva do projeto de implantação: porcentagem de sucesso

C. Proposta Inicial de Modelo

Para exemplificar a construção de um modelo de interdependência entre os vários fatores envolvidos no resultado da implantação de um sistema ERP, consideremos uma primeira proposta, baseada nas informações contidas nas Tabelas II e III. Fazendo uma análise das informações contidas nessas tabelas, foi construído o modelo mostrado na Fig.4.

Na Fig. 4, as variáveis consideradas são relativas aos fatores listados na Tabela III, além das duas variáveis que mediriam o sucesso do projeto, quais sejam, a satisfação dos usuários e os benefícios do sistema para a empresa.

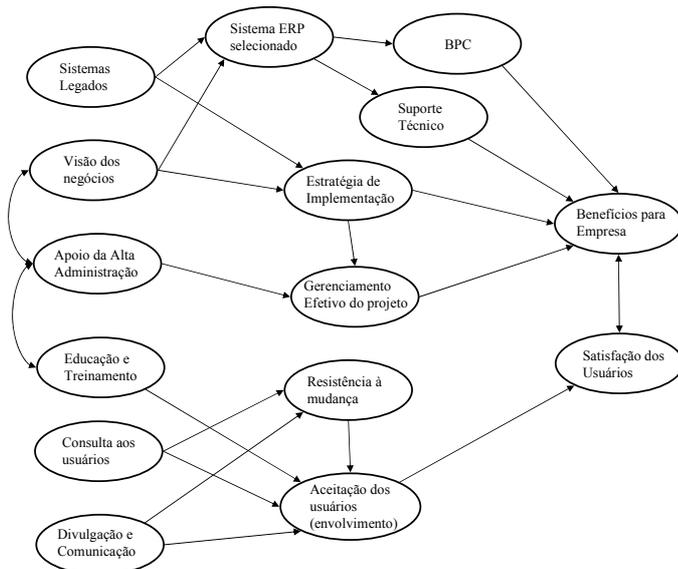


Figura 4 – Modelo teórico de relacionamento entre os fatores críticos na implantação de um sistema ERP.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo apresentado é apenas uma primeira proposta, e tem ainda que ser aprimorado por meio de confronto com outros estudos e, como é desejável, também com opinião de especialistas.

A definição do modelo e dos “caminhos”, ou seja, das inter-relações entre os fatores, é primordial para uma correta estimativa dos valores das relações. A formulação da pesquisa para levantamento de dados quantitativos (questionários) também depende da estrutura conceitual do modelo.

Por fim, deve-se ressaltar que, no modelo, algumas variáveis poderão ser tratadas como variáveis latentes, sendo medidas por meio de indicadores. Por exemplo, a variável “gerenciamento efetivo do projeto” poderá ser mensurada avaliando-se se o gerenciamento do projeto satisfaz algumas condições, como por exemplo: definição do escopo, elaboração de cronograma, previsão de riscos, orçamentação adequada, entre outras.

Como foi mencionado na primeira parte desta proposta, a motivação deste trabalho surgiu da intenção da administração da COMARA de implantar um sistema ERP. Assim, fica claro que existe uma demanda concreta por parte de um órgão operacional da FAB por este tipo de estudo. Por outro

lado, o tratamento acadêmico da questão gerencial de sistemas de informação, sobretudo os ERP, na FAB, não é comum. Dessa forma, imagina-se ser do interesse da Força este tipo de *know-how*, que poderia ser aplicado a outras unidades e setores da Aeronáutica.

Este artigo representa os primeiros resultados obtidos no trabalho que está sendo desenvolvido, e pretende-se que sejam incorporados a ele contribuições vindas de pessoas interessadas no assunto.

R. Ribeiro, rotarib@ita.br, A. Correia, correia@ita.br, Tel +55-12-39476835, Fax +55-12-39476803;

Este trabalho é apoiado pela COMARA, através do acordo de cooperação com o ITA/Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica.

REFERÊNCIAS

- [1] ZWICKER, R.; SOUZA, C. A. Sistemas ERP: Conceituação, Ciclo de Vida e Estudos de Casos Comparados. In: SOUZA, C. A. e SACCOL, A. Z. (Org.) *Sistemas ERP no Brasil: (Enterprise Resource Planning): Teoria e Casos*, 1a. Edição, 2ª. Reimpressão São Paulo: Atlas, 2006. Cap. 2, p.63-87.
- [2] ZHANG, L.; LEE, M. K. O.; ZHANG, Z.; BANERJEE, P. “Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning Systems Implementation Success in China”, *Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, CD-ROM, 2003.
- [3] RUTNER, S. M.; GIBSON, B. J.; WILLIAMS, S. R., “The impacts of the integrated logistics systems on electronic commerce and enterprise resource planning systems”, *Transportation Research Part E*, Vol. 39, p. 83-93, 2003.
- [4] REUTHER, D.; CHATTOPADHYAY, G., “Critical factors for enterprise resources planning system selection and implementation projects within small to medium enterprises”, *Proceedings of 2004 IEEE International Engineering Management Conference*, Vol.2, p. 851 – 855, 2004.
- [5] HYPÓLITO, C. M. e PAMPLONA, E. O. “Principais Problemas na Implantação de um Sistema Integrado de Gestão”. XX ENEGEP, 2000, www.iem.efei.br/edson/. Acesso em: 02 out 2006.
- [6] BERGAMASCHI, S.; REINHARD, N. “Fatores Críticos de Sucesso para a Implementação de Sistemas de Gestão Empresarial”. In: SOUZA, C. A. e SACCOL, A. Z. (Org.) *Sistemas ERP no Brasil: (Enterprise Resource Planning): Teoria e Casos*, 1a. Edição, 2ª. Reimpressão, São Paulo: Atlas, 2006. Cap. 4, p.106-129.
- [7] HOLLAND, C. R.; LIGHT, B. “A critical success factors model for ERP implementation”, *IEEE Software*, Volume 16, Issue 3, Pages 30-36, May/June 1999.
- [8] HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; *Multivariate Data Analysis*. 6ª Edição, Prentice Hall, New Jersey, 2006.
- [9] FALLAN, L.; HAMMERVOLD, R.; GRØNHAUG, K., “Adoption of tax planning instruments in business organizations: A structural equation modelling approach”, *Scandinavian Journal of Management*, Volume 11, Issue 2, Pages 177-190, June 1995.
- [10] MORRIS, M. H.; WILLIAMS, R. O.; ALLEN, J. A.; AVILA, R. A. “Correlates of success in family business transitions”, *Journal of Business Venturing*, Volume 12, Issue 5, Pages 385-401, September 1997.
- [11] PAPASTATHOPOULOU, P.; AVLONITIS, G. J.; PANAGOPOULOS, N. G. “Intraorganizational information and communication technology diffusion: Implications for industrial sellers and buyers”, *Industrial Marketing Management*, Article in Press, Corrected Proof, 2005, www.sciencedirect.com. Acesso em: 29 set. 2006.