



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

DECISÃO MULTICRITÉRIO NA AQUISIÇÃO DE SISTEMAS ERP: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SOLUÇÕES SAAS E ON PREMISE

MULTI CRITERIA DECISION IN ERP SYSTEMS ACQUISITION: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN SAAS AND ON PREMISE SOLUTIONS

Michel Vieira Barboza¹; Rodrigo Randow de Freitas^{2*}

^{1,2,3}Departamento de Engenharias e Tecnologia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, ¹michelvieirabarboza@gmail.com ^{2*}rodrigo.r.freitas@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 04/09/2018

Aprovado em: 04/09/2018

Disponibilizado em: 10/10/2018

PALAVRAS-CHAVE

Analytic Hierarchy Process (AHP). Enterprise Resource Planning (ERP). On Premise vs SaaS.

KEYWORDS:

Analytic Hierarchy Process (AHP). Enterprise Resource Planning (ERP). On Premise vs SaaS.

Copyright © 2018, Barboza & Freitas. Esta obra está sob uma Licença Creative Commons Atribuição-Uso

*Autor Correspondente: Rodrigo Randow de Freitas

RESUMO

O Sistema Integrado de Gestão Empresarial – SIGE -, surgiu de uma evolução dos sistemas de informação e proporciona diversas vantagens competitivas às empresas. Contudo, a tarefa de escolher esses sistemas tornou-se bastante complexa, frente a grande quantidade de cenários de implementação existentes. O propósito deste trabalho é avaliar as alternativas de fornecedores e modelos de implementação levando em consideração os objetivos estratégicos, necessidades operacionais e limitações de uma empresa. Para isso, foram utilizadas duas técnicas de apoio a decisão, sendo a primeira uma metodologia para a seleção deste tipo de sistema que é baseada no método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). A fim de aprofundar a investigação, outra análise realizada foi a de Custo-Benefício das opções. O sistema ERP fornecido pela empresa *Epicor Software Corporation* entregue como SaaS (*Software as a Service – software como serviço sob demanda, baseado em computação em nuvem*), em contraste ao tradicional modelo de entrega *On Premise* (instalado em máquina), foi

nitidamente eleito como mais vantajoso pelo método de seleção e corroborado pela análise Custo-Benefício, apresentando-se como melhor investimento. Foi possível inferir a predominância das alternativas SaaS sobre as opções *On Premise*, no que diz respeito ao benefício da aquisição, porém, quando analisados os custos, ainda há divergências entre as estratégias de preço dos fornecedores. Sobre esse ponto, a análise de Custo-Benefício foi essencial na identificação do melhor investimento.

ABSTRACT

Enterprise Resource System (ERP) came from an evolution of information systems and provides many competitive advantages to companies. However, the task of choosing these systems has become quite complex, opposite to the large amount of existing implementation scenarios. The purpose of this study is to evaluate alternative suppliers and implementation models considering the strategic objectives, operational requirements and limitations of a company. In order to achieve this objective, two decision support techniques were used. The first is a methodology for the selection of this type of system that is based on the AHP method (*Analytic Hierarchy Process*). The second, a Cost-Benefit analysis of the options, was performed to enhance the research. The ERP system provided by *Epicor Software Corporation* and delivered as SaaS, in contrast to the traditional delivery model *On Premise*, was clearly chosen by the method of selection as the best option between all analyzed. It was confirmed by the Cost-Benefit analysis and considered the better investment. Looking at the benefits of the acquisition, it was possible to infer the prevalence of SaaS alternatives over *On Premise* options. However, when analyzing the costs, differences between the suppliers' pricing strategies were observed. On this point, the Cost Benefit analysis was essential to identify the best investment.

Citação (APA): BARBOZA, M. V. & FREITAS, R. (2018). Decisão multicritério na aquisição de sistemas erp: um estudo comparativo entre soluções SAAS e *On Premise*. *Brazilian Journal of Production Engineering*. 4(3):39-64.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o atual cenário econômico é de retração, fato que tem afetado muitas empresas de forma negativa, causando o aumento no custo unitário do trabalho (salário real/produtividade) e levando as organizações a reverem os modos como realizam seus negócios (MARCONI, 2015). Nessas condições, muitos empreendimentos são desmobilizados, projetos são deixados para o futuro e planos são reavaliados. No entanto, não importa o quão desfavorável seja a situação, certos investimentos são essenciais, mesmo em tempos mais difíceis.

Independentemente do tamanho da empresa e seu ramo de negócio, há sempre uma necessidade de consolidar documentos e processos de negócios (GRUBISIC, 2014). Nesse contexto, o Sistema Integrado de Gestão Empresarial (SIGE), ou *Enterprise Resource Planning* (ERP, sigla comumente utilizada no ambiente empresarial), foi desenvolvido para atender a essas necessidades e para ajudar as organizações a manterem-se competitivas (SHEHAB et al., 2004). Um sistema ERP pode ser definido como um conjunto integrado de aplicações empresariais que permitem o compartilhamento de informações de processos de negócios em um modelo de dados, compreendendo diversos departamentos de uma empresa, tais como finanças, RH, distribuição, produção, serviços e da cadeia de suprimento, como esquematizado na Fig. 1 (GARTNER, 2015).

Figura 1. Esquema conceitual de integração de informações entre subsistemas de uma empresa



Fonte - Adaptada de Freepick (2015).

Aplicações ERP automatizam e apoiam uma série de processos de negócios administrativos e operacionais em vários setores da economia, e diversos benefícios provenientes da sua utilização já foram identificados, como redução no tempo de ciclo, maior satisfação do cliente, incremento na *performance* de vendas, aumento da flexibilidade, redução dos custos da má

qualidade, melhoria na utilização de recursos, maior precisão das informações e aumento da capacidade de gestão (GARDINER et al., 2002; SIRIGINIDI, 2000). As implantações de ERP tendem a vir acompanhadas de um custo significativo e os benefícios para o negócio são difíceis de justificar e entender (GARTNER, 2015).

A aquisição de ERP pode acontecer sob forma de licença ou de serviços. A obtenção de uma licença permite dois modelos de implementação, *on premise* (instalado em máquina) e *Hosted* (hospedado em uma central de dados externa), modelo esse que não está no escopo deste trabalho. A aquisição de ERP como serviço é possível no modelo de implantação denominado SaaS (*Software as a Service - software como serviço sob demanda*), baseado em computação em nuvem. A solução *on premise* exige que o comprador da licença seja o total encarregado pela gestão da infraestrutura necessária para a aquisição, enquanto que na solução em forma de SaaS esse gerenciamento é feito pelo fornecedor dos serviços (SILVA, 2012).

Embora o preço de uma licença *on premise* de um ERP possa ser relativamente alto, os custos de implantação e manutenção são os problemas mais comuns quando se trata de aspectos financeiros (KLOS; KREBS, 2008). Empresas como Oracle e SAP calcularam que o preço de implementação, juntamente com alguns custos operacionais ocultos chegam a ser de três a sete vezes o preço de licenciamento. Nessa conjuntura, é difícil para as pequenas e médias empresas adquirirem um sistema ERP (SAP, 2008).

Diante deste fato, a computação em nuvem surge como um novo paradigma da tecnologia da informação (TI) que promete revolucionar a tradicional entrega de TI. NIST (2011) define a computação em nuvem como um modelo para habilitar o acesso por rede ubíquo, conveniente e sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos de computação (como redes, servidores, armazenamento, aplicações e serviços) que possam ser rapidamente provisionados e liberados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação com o provedor de serviços.

O modelo de contrato para a aquisição de computação em nuvem oferece uma série de vantagens quando comparada a computação clássica. Ao obter uma licença de um sistema ERP pelo método tradicional, deve adquirir toda a infraestrutura necessária para os picos de utilização, ficando ociosa em boa do tempo. Além disso, toda vez que a empresa necessita aumentar a quantidade de usuários, deverá expandir sua capacidade de processamento e de memória. Em contrapartida, a computação em nuvem permite o acesso a esses recursos de forma instantânea, sem a necessidade de aquisição de hardware.

Os principais benefícios percebidos na utilização da computação em nuvem são: segurança, uma vez que grandes empresas que administram a nuvem possuem equipes especializadas nesse quesito; controle de custos, pois se paga pelo uso, sem desperdício; economia, por utilizar-se somente o necessário; não obsolescência de hardware, visto que a gestão desses recursos é feita pelo fornecedor.

De modo geral, a adoção de computação em nuvem, como SaaS, por exemplo, exige que empresa lide com muitas das mesmas preocupações que enfrentam ao adotar um fornecedor de TI. Todavia, as tecnologias de nuvem também oferecem novas estratégias de preços e de implantação que não estão disponíveis em soluções corporativas tradicionais.

Souza Neto (2012) sintetizou as principais diferenças entre o modelo de computação em nuvem e a computação tradicional (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação entre computação tradicional e computação em nuvem

Aspecto	Computação Tradicional	Computação em Nuvem
Aquisição	Meses	Minutos
Implantação	Semanas/Meses	Minutos
Custo Total	Alto	Baixo – pago por uso
Flexibilidade	Lento para escalar	Rápido para escalar
Conectividade		Internet
Arquitetura Física	Link dedicado/VPN	Menor controle e transparência
Desempenho	Maior controle e transparência	Veloz
	Veloz	

Fonte – SOUZA NETO, 2012.

Perante tantas alternativas para a aquisição de ERP (diferentes modelos e fornecedores) a implementação desses sistemas em ambientes de negócios é uma tarefa altamente complexa e requer uma abordagem metodológica adequada (HAKIM, A.; HAKIM, H., 2010). Muitas falhas em projetos de implementação já ocorreram em pequenas, médias e grandes empresas por excederem o tempo e orçamento planejados e/ou não alcançar os resultados esperados (VENUGOPAL; SURYAPRAKASA, 2011).

A análise de investimentos em TI feita pelas empresas tem se tornado cada vez mais complexa, em virtude da velocidade dos avanços da tecnologia e do fato de que mudanças nesse ambiente afetam toda uma organização. Com isso, sobre o processo de tomada de decisão pelos administradores recai uma pressão cada vez maior (MURAKAMI, 2003).

Os gestores, por exemplo, tomam decisões frequentemente e se consideram especialistas no assunto, porém pesquisas apontam que um alto índice de decisões tomadas na administração culmina em insucessos. Este é um assunto (tomada de decisão) que tem sido alvo de estudos há décadas, particularmente quando se considera o uso de modelos para o auxílio à decisão em assuntos de TI (COHEN, 2001; NUTT, 2002).

Perante o exposto, o objetivo deste trabalho é utilizar um método de apoio à decisão para criar um ranking de opções de sistemas ERP ordenados de acordo com o benefício relativo para uma empresa escolhida. Realizar uma análise Custo-Benefício com a finalidade de selecionar o melhor investimento e, também, uma comparação entre as opções *on premise* e Saas será realizada com propósito de permitir uma conclusão acerca dos benefícios prometidos pela computação em nuvem.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MÉTODOS DE SELEÇÃO

Diversos métodos já foram aplicados na seleção de sistemas ERP ou outros sistemas de informação (SI), incluindo a pontuação, a classificação, a otimização matemática e a análise multicritério. Lucas e Moore (1976) propuseram o método de pontuação, que é intuitivo, porém muito simples para refletir verdadeiramente as opiniões dos tomadores de decisão. Quase uma década depois, Buss (1983) utilizou uma abordagem de classificação para comparar projetos de informática, que possui a mesma limitação que o método de pontuação.

A Otimização Matemática assim como a Programação Linear por Metas, a Programação Linear 1-0 e Programação Não-Linear já foram aplicadas na escolha de SI. A Programação Linear já foi empregada por Santhanam e Kyparisis (1995, 1996) para otimizar a distribuição de recursos de forma a permitir a interação entre fatores de decisão e a interdependências entre as opções de projetos no processo de seleção. Lee e Kim (2000) afirmam que a abordagem de Santhanam e Kyparisis lida com o problema de seleção de SI com critérios limitados. Eles combinaram a Análise em Redes (ANP - *Analytic Network Process*) e um modelo de Programação Inteira 0-1 e por Metas para selecionar um projeto de SI. Badri et al. (2001) apresentaram um modelo de

Programação Inteira 0-1 para selecionar um projeto considerando vários critérios, incluindo benefícios, hardware, software, custos, fatores de risco, preferências dos tomadores de decisão, usuários, tempo de conclusão e limitações de tempo de treinamento.

A aplicabilidade destes métodos é muitas vezes enfraquecida pela sofisticação dos modelos matemáticos ou limitação dos atributos para realizar uma seleção de sistema ERP no mundo real, especialmente quando alguns atributos não são facilmente quantificáveis ou são de difícil interpretação pelos gestores. Além disso, estas metodologias se concentram demais em cálculos quantificáveis e não levam em conta algumas considerações estratégicas da empresa.

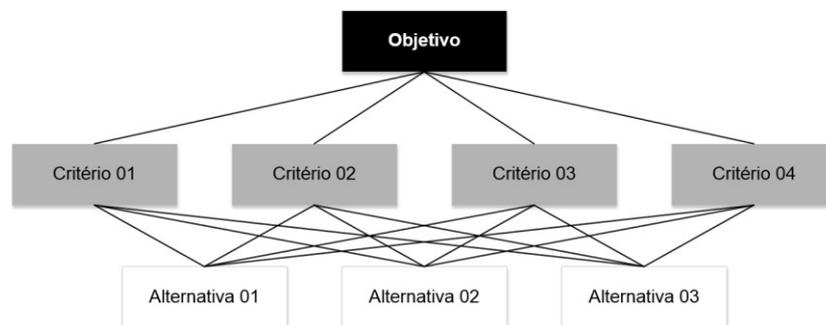
AHP – ANALITIC HIERARCHY PROCESS

Um importante método quanto a tomada de decisão estratégica é o AHP, introduzido por Saaty (1980), permite determinar a prioridade de um conjunto de alternativas e a importância relativa dos atributos em um problema de múltiplos critérios de tomada de decisão, e tem sido amplamente discutido em vários aspectos. Por exemplo, Schniederjans e Wilson (1991) utilizaram o método AHP para determinar os pesos relativos de atributos e aplicaram estes pesos em um modelo de Programação Linear por Metas para a seleção de um SI. Lai et al. (1999) conduziram um estudo de caso para selecionar um sistema de multimídia usando o método AHP.

Teltumbde (2000) propôs um quadro conceitual com base no método AHP para selecionar um sistema ERP. Seu estudo centrou-se na elaboração de alguns critérios comuns de avaliação de ERP, no entanto, o autor não explicou como construir uma estrutura de objetivos especificamente relacionados às estratégias da empresa, nem como extrair os critérios adequados para a avaliação do cumprimento dos requisitos da empresa. Poucas pesquisas abordaram a questão de as estruturas hierárquicas serem constituídas de acordo com necessidades específicas das empresas.

A aplicação de AHP começa com a decomposição do problema em uma hierarquia de critérios de modo a ser mais facilmente analisado e comparado de uma forma independente (como mostrado na Fig. 2). Após a hierarquia lógica ser construída, os tomadores de decisão podem avaliar sistematicamente as alternativas, fazendo comparações paritárias para cada um dos critérios escolhidos. Estas comparações podem usar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como uma forma de entrada das informações (SAATY, 2008).

Figura 2. Modelo genérico da hierarquização de critérios.



Fonte – Vargas, 2010.

A principal contribuição da técnica AHP, quando contrastada com outras técnicas, é a capacidade de transformar dados empíricos em modelos matemáticos. Isso permite a comparação de valores numéricos que resultam do processamento do modelo (VARGAS, 2010).

No método AHP, a comparação entre critérios pode ser feita de diferentes maneiras. Contudo, a escala de importância relativa entre duas alternativas sugerida por Saaty é a mais utilizada. Com pode ser visto na Tabela 2, a atribuição de valores que variam de 1 a 9 determina a importância relativa de uma alternativa, quando comparado com outra alternativa (SAATY, 2008).

Tabela 2. Escala de Saaty adaptada

Grau de importância	Peso/Importância	Explicação
1	Igual	Atributos contribuem igualmente
3	Pequena	Experiência e julgamento diferem pouco
5	Grande/Essencial	Experiência e julgamento diferem muito Um atributo favorece mais
7	Muito Grande	Evidência favorece um atributo
9	Absoluta	
2, 4, 6, 8	Intermediário	Condição intermediária entre adjacentes

Fonte - SAATY, 1980.

Após realizados os julgamentos é necessário expor os resultados da comparação em uma matriz quadrada de ordem n , chamada de matriz de comparação dos critérios (Tabela 3). Essa matriz retrata a quantidade de vezes que um critério prevalece ou é prevalecido pelos outros critérios (VARGAS, 2010).

Tabela 3. Matriz de comparação (dominância de critério 1 sobre 2)

	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1	Peso
Critério 2	1/Peso (Recíproco)	1

Fonte - SAATY, 1980.

Para comprovar a credibilidade dos julgamentos e a equidade dos mesmos, Saaty (2010) propõe o cálculo da Razão de Consistência (RC), na qual evidencia-se a consistência dos julgamentos propostos pelos tomadores de decisão uma vez que, dependendo do valor da RC, o resultado indicará se os critérios estão consistentemente relacionados.

MÉTODO DE SELEÇÃO PROPOSTO POR WEI ET AL. (2005)

O procedimento sistemático tem por objetivo construir um modelo de decisão levando em consideração as estratégias da empresa e a identificação dos atributos associados para avaliar os sistemas ERP. Esse método utiliza a estrutura analítica do AHP para sintetizar medidas tangíveis e intangíveis dos tomadores de decisão no que diz respeito a inúmeros objetivos concorrentes inerentes à seleção do sistema ERP, e facilita também o processo de tomada de decisão. Há sete passos que devem ser seguidos para a realização de um projeto de seleção de um sistema ERP (WEI et al., 2005). Os mesmos são apresentados nos subitens a seguir.

FORMAR UMA EQUIPE DE PROJETO E COLETAR INFORMAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS ERP

O primeiro passo é formar uma equipe de projeto que consiste de tomadores de decisão, especialistas funcionais e representantes de alto nível da empresa. Uma vasta gama de informações relativas a fornecedores e sistemas de ERP deve ser obtida a partir de revistas profissionais, exposições, anuários, Internet e outras fontes para garantir que os sistemas viáveis não sejam negligenciados (WEI et al., 2005).

IDENTIFICAR AS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ERP

Diferentes empresas podem adotar sistemas de ERP por razões completamente distintas, incluindo motivos técnicos e de negócios, logo a motivação para a adoção desse sistema influencia a definição do problema, os métodos para se atingir objetivos e outras atividades ulteriores. Para que o processo ocorra sem dificuldades, a equipe do projeto tem que analisar o problema de seleção de ERP através da identificação de elementos de decisão, incluindo as partes interessadas, o número de alternativas, objetivos do projeto, os riscos do projeto e outras preocupações (WEI et al., 2005).

CONSTRUIR A ESTRUTURA DOS OBJETIVOS

A estruturação dos objetivos envolve organizá-los para que a equipe do projeto pode descrever em detalhes o que a empresa quer atingir, e incorporar esses objetivos de forma adequada ao modelo de decisão. Em primeiro lugar, a equipe do projeto define o escopo do sistema ERP analisando a política da empresa, objetivos estratégicos, atributos do negócio e os objetivos do projeto (WEI et al., 2005).

Objetivos estratégicos são estruturados de forma sistemática, fazendo-se a distinção entre objetivos fundamentais e objetivos-meio no desenvolvimento do modelo. Objetivos fundamentais são importantes porque refletem o que os tomadores de decisão realmente querem realizar. Enquanto que, objetivos-meio são aqueles que possibilitam a realização de outros objetivos.

EXTRAIR OS ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO

Wei et al. (2005) indicam que depois de criar a estrutura de objetivos, a equipe do projeto pode extrair os atributos pertinentes à avaliação de cada sistema de ERP. Tanto os atributos quantitativos e qualitativos devem satisfazer os objetivos estratégicos da empresa. Idealmente, a equipe desenvolve a própria estrutura de objetivos e seleciona atributos mensuráveis apropriados para indicar o grau em que um objetivo correspondente é alcançado, com base no ambiente de negócios. Os atributos selecionados serão consistentes com o quadro objetivo, guiado pela estratégia da empresa, e devem ser utilizados como a base do modelo de AHP.

FILTRAR OS SISTEMAS ERP NÃO QUALIFICADOS

Uma grande quantidade de alternativas é recolhida inicialmente, portanto um mecanismo de filtragem é necessário para reduzir a lista de candidatos de ERP. Os fornecedores listados devem ser convidados a fornecer informações sobre os sistemas que oferecem. A equipe do projeto deve avaliar os requisitos levantados para eliminar os vendedores obviamente não qualificados (WEI, et al., 2005). Optou-se por utilizar informações divulgadas na Internet, em sites dos fornecedores e de consultoria especializada em implantação de ERP, porque a empresa escolhida para o estudo de caso não tem reais intenções de adquirir um sistema ERP num futuro próximo. Assim, orçamentos formais e requisições de informações específicas aos fornecedores não foram necessários.

AVALIAR OS SISTEMAS ERP UTILIZANDO O MÉTODO AHP

A importância relativa dos atributos e a prioridade global de alternativas podem ser obtidas pela agregação dos pesos através da hierarquia. Assim, o método AHP fornece à equipe de projeto meios para avaliar as alternativas que passaram pela fase de filtragem.

DISCUTIR OS RESULTADOS E TOMAR A DECISÃO FINAL

Todos os resultados são analisados pela equipe do projeto e um *ranking* com os benefícios das alternativas é apresentada à alta gerência da empresa, permitindo assim, uma tomada decisão alinhada com os objetivos da organização.

2.4 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

Fatores quantitativos e qualitativos, como tecnologia, custos e desempenho dos sistemas, podem ser analisados a fim de determinar a melhor alternativa de acordo a percepção que o tomador de decisão tem do problema. Entretanto, optou-se por realizar uma análise dos custos envolvidos no projeto de forma separada. O objetivo disto é possibilitar conclusões sobre o investimento em implantação de ERP fazendo um comparativo entre os modelos de entrega de tecnologia *On Premise* e SaaS.

A aplicação do Método AHP na determinação do benefício da escolha de cada uma das alternativas não irá considerar os custos necessários para implementação e manutenção dos sistemas. Essas informações serão analisadas em uma etapa subsequente.

2 METODOLOGIA

ESTUDO DE CASO

A metodologia escolhida para este estudo foi aplicada em uma empresa de pequeno porte no Espírito Santo, Brasil. Por motivos de sigilo, a mesma não pode ser apontada. Todos os passos propostos por Wei et al. (2005) foram seguidos e estão apresentados a seguir.

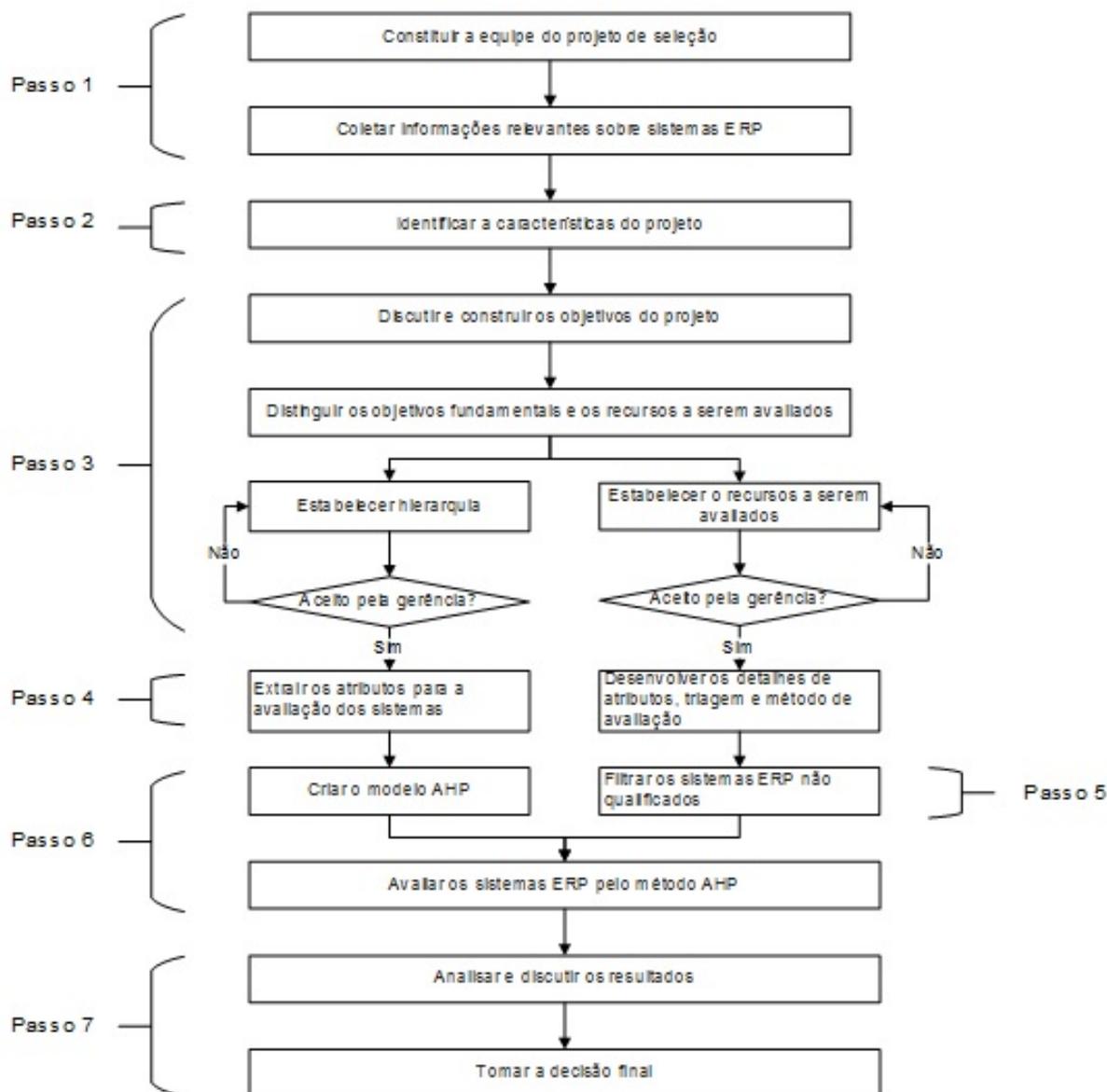
APLICAÇÃO DO MÉTODO DE SELEÇÃO PROPOSTO POR WEI ET AL (2005), AHP E ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

O procedimento adotado para seleção de sistemas ERP foi o proposto por Wei e colaboradores, o qual tem como método AHP. Todos os sete passos descritos na seção 2.3 do item anterior foram seguidos e encontram-se resumidamente expostos no fluxograma da Fig. 3.

Com essa estrutura metodológica determinada, o método AHP foi aplicado empregando-se dois padrões de julgamento. Os atributos tangíveis foram ponderados diretamente com a utilização de dados secundários extraídos de sites de consultores de implantação de sistemas ERP e sites dos fornecedores, por meio de ampla pesquisa exploratória. Esses dados foram normalizados para uma escala de 0 a 1, devido as diferentes unidades encontradas. Os atributos intangíveis foram julgados por meio de entrevista estruturada fechada com o Diretor de Planejamento da empresa fazendo-se uso da Escala de Importância de Saaty (1980) para determinar a importância relativa entre os critérios de seleção e o peso das opções de resposta “*On Premise*” ou “*SaaS*”. Todas as análises via método AHP, incluindo a definição dos pesos dos critérios e das alternativas, além do cálculo do Índice de consistência, foram realizadas com o programa *Microsoft Excel*.

As análises de custo-benefício foram realizadas de forma visual em gráficos de dispersão. No eixo vertical foram utilizados os benefícios relativos dos sistemas, encontrados como respostas no modelo AHP. Já no eixo horizontal foram utilizados os custos dos sistemas calculados para 1 ou 5 anos de utilização.

Figura 3 – Procedimento para a seleção de sistema ERP



Fonte – Wei et al, 2005.

1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ERP

A identificação das características necessárias a um ERP a ser adotado pela empresa foi possível com a participação do Diretor de Planejamento dessa organização. O mesmo forneceu a visão do negócio, os objetivos estratégicos, as necessidades operacionais, a definição e julgamento dos critérios de escolha do sistema, os objetivos, além dos demais requisitos do projeto.

Algumas características básicas foram eleitas para que um sistema fosse considerado minimamente apto para implantação. Essas características estão apresentadas a seguir:

- O sistema deve ser compatível com a atividade da empresa, que é uma indústria de manufatura de pequeno porte;
- O sistema deve possuir todos os módulos essenciais ao negócio e aos objetivos estratégicos;
- O idioma do *software* deve ser o português;
- O fornecedor deve estar em conformidade com autoridades fiscais do Brasil;
- O fornecedor deve oferecer serviço de suporte e atendimento ao cliente no Brasil.

Para simplificar o projeto, mais dois critérios foram selecionados a fim de reduzir o tempo gasto na fase de pesquisa:

- Serão comparados somente os fornecedores que apresentarem livremente informações sobre o porte e atuação no mercado;
- Serão comparados os fornecedores que tiverem informações sobre os custos associados aos sistemas declarados sem a necessidade de orçamento formal.

Os módulos e funcionalidades essenciais às atividades da empresa são descritos na Tabela 4, juntamente com os módulos e funcionalidades que a empresa planeja adquirir para estrategicamente aumentar a capacidade de gestão de seus processos.

Tabela 4. Módulos e funcionalidades essenciais e estratégicos

Módulo	Funcionalidades	Tipo de Aquisição
Contabilidade	1.Custeio de competência	Necessidade operacional
	2.Faturamento	Necessidade operacional
	3.Preparação de imposto	Necessidade operacional
	4.Contabilidade analítica	Aquisição estratégica
<i>Business Intelligence</i>	1.Relatórios personalizados	Necessidade operacional
	2.Análise preditiva	Aquisição estratégica
	3.Painéis de controle	Aquisição estratégica
Recursos Humanos	1.Controle de pontos	Necessidade operacional
	Encargos sociais	Necessidade operacional
	Folhas de pagamento	Necessidade operacional
	Recrutamento	Necessidade operacional
Suprimentos	Avaliação de desempenho	Aquisição estratégica
	Controle de estoques	Necessidade operacional
	Previsão de demanda	Aquisição estratégica
	PCP	Necessidade operacional
Produção	Gestão da qualidade	Aquisição estratégica
	Atendimento ao consumidor	Necessidade operacional
CRM	Comissões	Necessidade operacional
Vendas e Marketing	Gerenciamento de leads	Aquisição estratégica
	Marketing por e-mail e SMS	Aquisição estratégica

Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

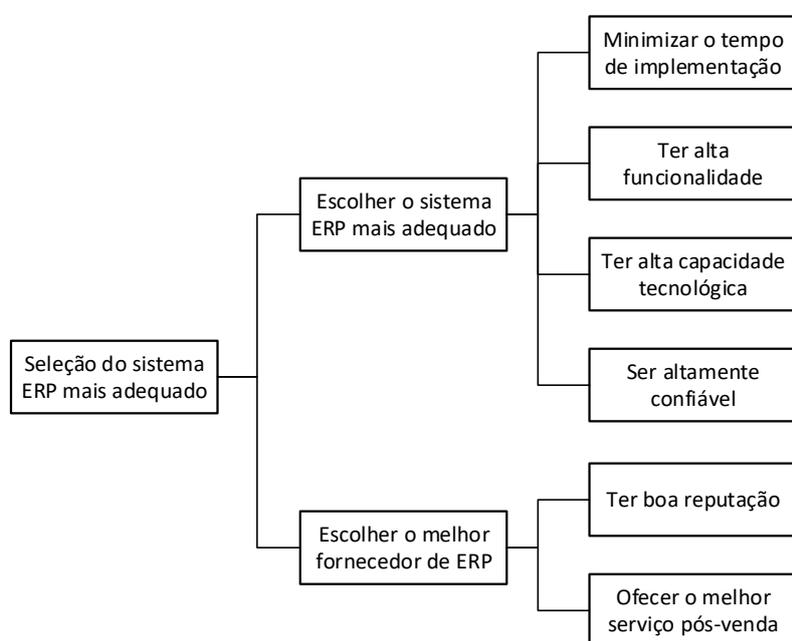
4- ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE OBJETIVOS

Durante esta fase, uma vasta pesquisa foi realizada sobre sistemas ERP e critérios de seleção de projetos de TI, a fim de criar um modelo que permitisse um julgamento coerente das alternativas de implantação no ponto de vista da empresa. O processo de construção da estrutura

hierárquica de objetivos foi iterativo e se repetiu até que fosse encontrado um modelo satisfatório. A seleção do sistema ERP mais adequado se subdividiu entre dois critérios: sendo

o primeiro escolher o sistema ERP mais adequado, com base em minimizar o tempo de implementação; ou ter alta funcionalidade; ou ter alta capacidade tecnológica; ou ser altamente confiável; ou, o segundo critério entre escolher o melhor fornecedor de ERP, ou por ter uma boa reputação ou por oferecer um melhor serviço de pós-venda, como mostra a Fig. 4.

Figura 4. Estrutura hierárquica de objetivos fundamentais.



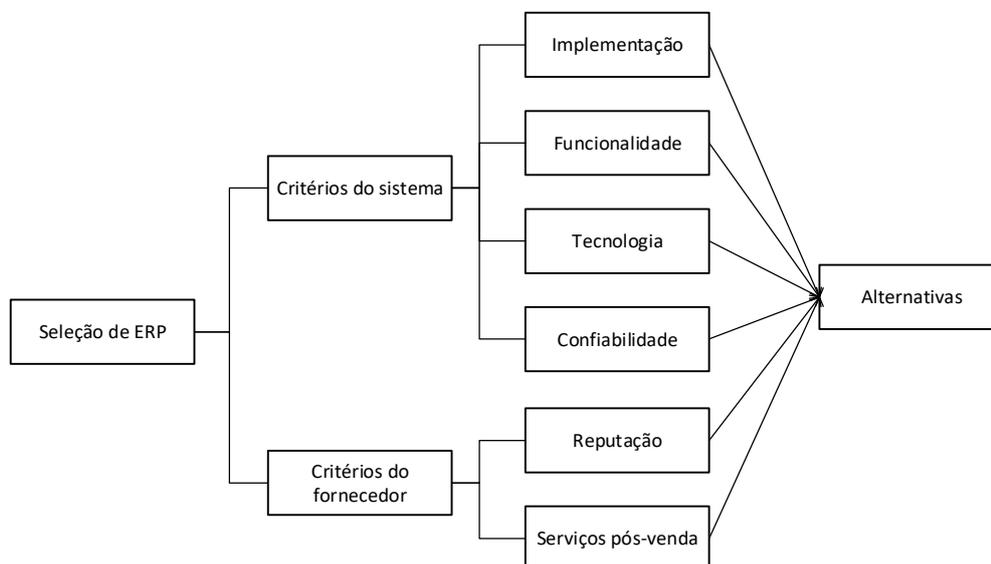
Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Assim, foram selecionados aspectos relacionados ao *software* e ao fornecedor, visto que se entende que ambos influenciam, de formas diferentes, os resultados esperados pelo projeto.

EXTRAÇÃO DOS ATRIBUTOS PARA A AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS ERP

A hierarquia do modelo AHP constituído foi composta por 4 níveis. O primeiro nível revela o objetivo principal, que é a seleção do sistema mais adequado. O nível 2 consiste em dois objetivos principais, que são relacionados ao sistema e ao fornecedor. O nível 3 contém os atributos que foram utilizados para medir os critérios do sistema e do fornecedor, respectivamente. E, por fim, no último nível estão as alternativas de sistemas ERP.

Figura 5. Estrutura hierárquica de critérios de seleção



Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Tabela 5. Detalhes dos critérios e subcritérios do modelo AHP construído.

Critérios	Subcritérios	Detalhes
Implementação	1. Facilidade de aquisição	Tempo aceitável Requisitos de infra. e <i>hardware</i>
	2. Infraestrutura e <i>hardware</i>	Tempo aceitável Nível de customização Recursos facilitadores
	3. Tempo de implementação	Segurança de acesso Facilidade de acesso
Funcionalidade	1. Customização	Escalabilidade p/ cima e p/ baixo Integralidade dos módulos
	2. Facilidade de utilização	Tipo de conexão
	3. Segurança	<i>Backups</i> automáticos Nível de adoção por empresas
	1. Acessibilidade	Grau de participação no mercado Classificação do fornecedor

Tecnologia		Tipos de treinamento
	2. Escalabilidade	Disponibilidade atendimento
	3. Flexibilidade	
Confiabilidade	1. Estabilidade	
	2. Habilidade de recuperação	
Reputação	1. Crescimento nas vendas	
	2. <i>Market Share</i>	
	3. Nível de fornecedor	
	1. Serviços de treinamento	
Pós-Venda	2. Suporte Técnico	

Fonte – Elaborado pelo próprio autor, 2015.

Reiterando, os atributos tangíveis dos sistemas analisados foram obtidos por meio de pesquisa exploratória em sites de fornecedores e consultores de implantação de ERP. Os atributos intangíveis foram ponderados pelo Diretor de Planejamento da empresa, que possui formação acadêmica compatível com o conhecimento específico necessário aos julgamentos.

FILTRAGEM DAS ALTERNATIVAS PRÉ-SELECIONADAS

Alternativas claramente não conformes com as características exigidas no item 4.1 foram eliminadas durante a fase de filtragem. Inicialmente foi realizada uma busca geral de fornecedores em nível global, auxiliada por pesquisas em sites de empresas de consultoria em implantação de sistemas ERP, com o objetivo de não desconsiderar nenhum potencial fornecedor. A Fig. 6 ilustra o processo de filtragem.

Figura 6. Processo de filtragem de fornecedores de sistemas ERP.



Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Após a filtragem restaram oito opções de sistemas que se enquadraram nos critérios mínimos de seleção, como mostra a Fig. 7.

Figura 7. Sistemas ERP selecionados como alternativas no modelo AHP.



Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Seis dos oito sistemas encontrados são oferecidos tanto como serviço (SaaS) quanto como licença (*on premise*), totalizando 12 opções possíveis de aquisição. Já os outros dois são oferecidos somente como licença, somando-se mais duas opções.

A fim de se realizar uma comparação entre dois modelos (*on premise e SaaS*) de entrega de TI, foram consideradas todas as 14 opções de aquisição, mostradas na Tabela 6.

Tabela 6. Alternativas de sistemas ERP para Implementação

Alternativas	Sistemas ERP	Modelo de Implementação
1	ABAS ERP	On Premise
2	ABAS ERP	SaaS
3	E-Business Suite	On Premise
4	E-Business Suite	SaaS
5	InterpriseIQ	On Premise
6	InterpriseIQ	On Premise
7	Epicor	On Premise
8	Epicor	SaaS
9	Glovia G2	On Premise
10	Glovia G2	SaaS
11	IBS Interprise	On Premise
12	IBS Interprise	SaaS
13	Sage ERP X3	On Premise
14	SYSPRO	On Premise
14	SYSPRO	SaaS

Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

AValiação das Alternativas pelo Modelo AHP

As 14 alternativas descritas no subitem anterior foram ponderadas pelo modelo AHP criado para o presente estudo de caso. Os critérios e subcritérios foram julgados em comparações paritárias utilizando-se a Escala de Importância de Saaty (1980) de acordo com a percepção que o tomador de decisão tem do problema. Para ilustrar, na Tabela 7 estão apresentados os pesos para os subcritérios da Reputação do fornecedor.

Tabela 7. Peso dos subcritérios da Reputação do fornecedor

Reputação	Crescimento nas vendas	Market Share	Nível do fornecedor	Peso relativo
Crescimento nas vendas	1	5	7	0,744
Market Share	5	1	1/3	0,144
Nível do fornecedor	1/3	1/7	1	0,112

Razão de Consistência = 0,07 < 0,1  OK

Fonte – Elaborado pelo próprio autor, 2015.

Os atributos intangíveis também foram julgados segundo a Escala de Saaty(1980). A Tabela 8 indica o peso relativo entre as duas possíveis respostas ao subcritério Facilidade de Aquisição. Neste caso, no entendimento do tomador de decisão, soluções SaaS são sete vezes mais importantes que as soluções *On Premise*.

Tabela 8. Peso dos atributos possíveis para o subcritério Facilidade de Aquisição

Facilidade de aquisição	<i>On Premise</i>	SaaS	Peso Relativo
<i>On Premise</i>	1	1/7	0,125
SaaS	7	1	0,875

Razão da Consistência = $0 < 0,1$  OK

Fonte – Elaborado pelo próprio autor, 2015.

Os pesos dos atributos tangíveis foram calculados com dados diretos normalizados, como mostrado na Tabela 9. A normalização foi feita dividindo-se todos as medidas dos atributos pelo valor máximo.

Tabela 9. Dados diretos normalizados para o subcritério *Market Share* do fornecedor

Fornecedor	Nº de Clientes	Normalizada
ABAS ERP	3600	0,24
E-Business Suite	14000	0,93
InterpriseIQ	900	0,06
Epicor	4202	0,28
Glovia G2	1200	0,08
IBS Interprise	4000	0,27
Sage ERP X3	4000	0,27
SYSPRO	15000	1

Fonte – Elaborado pelo próprio autor, 2015.

Feitos todos os julgamentos, pôde-se avaliar cada uma das alternativas obtendo-se um resultado único para cada uma delas. Esse resultado pode ser interpretado como o benefício relativo em se adotar a alternativa, permitindo uma comparação entre todas os sistemas em um ranking. Os resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultados do Modelo AHP

Sistema	Modelo de Implementação	Benefício
EPICOR	SaaS	0,818
E-Business Suite	SaaS	0,751
SYSPRO ABAS	SaaS	0,726
ERP	SaaS	0,719
EPICOR	SaaS	0,719
Glovia G2	<i>On Premise</i>	0,690
E-Business Suite	SaaS	0,668
IBS Enterprise	<i>On Premise</i>	0,624
EnterpriseIQ	<i>On Premise</i>	0,618
SYSPRO	SaaS	0,618
	<i>On Premise</i>	0,614
	<i>On Premise</i>	0,598
ABAS ERP	<i>On Premise</i>	0,591
Glovia G2		0,540
Sage ERP X3	<i>On Premise</i>	0,521
IBS Enterprise		0,490

Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Como pode ser observado na Tabela 10, o melhor sistema ERP avaliado foi o sistema entregue como SaaS pela empresa Epicor Software Corporation. Estudos financeiros foram realizados a fim de se comparar os custos relacionados a aquisição (instalação, manutenção e utilização) com o benefício relativo à sua aquisição.

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

A determinação dos valores de cada um dos sistemas foi realizada somando-se todos os custos relativos à aquisição dos sistemas, que são diferentes para *on premise* e SaaS. Os dados utilizados são reais e representam aproximações verdadeiras dos custos de implantação de cada sistema (Tabela 11).

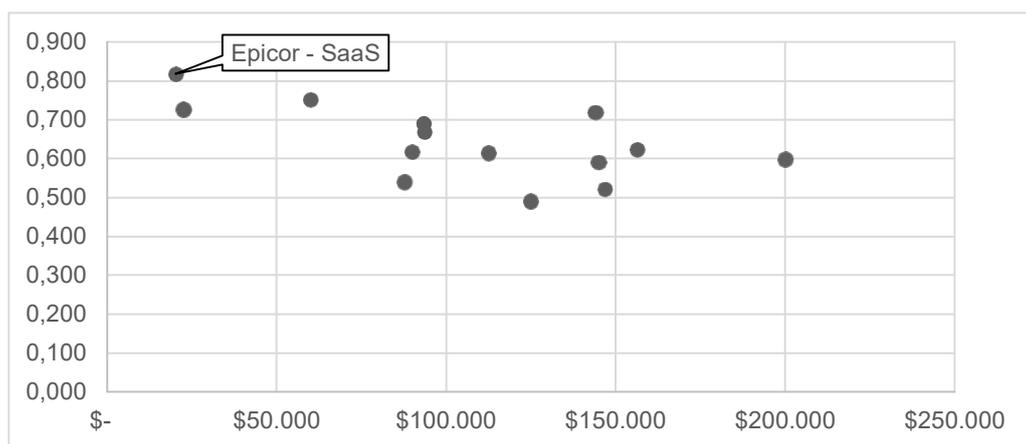
Tabela 11. Custos (VPL) Sistemas ERP *On Premise vs Saas* (US\$) para o primeiro ano

CUSTOS (VPL)	abas ERP	E-Business	Enterpris e IQ	Epicor	Glovia G2	IBS Enterprise	Sage ERP X3	SYSPRO
2016								
Total On Premise	145.000	156.250	112.500	93.450	87.500	125.000	146.800	200.000
Implementação	72.500	62.500	75.000	53.400	50.000	62.500	65.250	100.000
Licença	72.500	93.750	37.500	40.050	37.500	62.500	81.550	100.000
Total SaaS	144.000	60.000	-	20.156	93.750	90.000	-	22.500
Implementação	108.000	30.000	-	4.031	31.250	45.000	-	7.500
Utilização	36.000	30.000	-	16.125	62.500	45.000	-	15.000

Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

O custo total para o primeiro ano de utilização do sistema fornece uma oportunidade de se analisar o investimento de forma mais aprofundada. Uma análise custo-benefício foi realizada e a Fig. 11 apresenta essa relação.

Figura 11. Custo-benefício dos sistemas ERP no primeiro ano



Fonte - Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Nota-se mais evidentemente que a alternativa eleita pelo modelo AHP como tendo o maior benefício, a do sistema Epicor, foi de fato a melhor opção. Observa-se que a mesma possui o menor custo e o maior benefício entre todas as alternativas analisadas. Para garantir que essa vantagem não seria apenas temporária, realizou-se a mesma análise custo-benefício para um

período posterior. Uma projeção para os primeiros 5 anos de utilização foi feita calculando-se os custos de utilização, para sistemas entregues como serviço, e os custos de manutenção, para os *softwares* instalados na empresa.

Não é uma tarefa simples estimar os custos de manutenção de sistemas de informática, no entanto, os fornecedores estimam uma taxa de manutenção genérica e universal de 22% ao ano, sobre o preço de licenciamento, que chegam a 24% quando incluídos os impostos incidentes (CAMANHO, 2015). Para realizar os cálculos de todos os custos previstos, foi adotada uma taxa de manutenção dos sistemas *on premise* de 24%. Além disso, outra consideração feita foi que o número de usuários na empresa não irá mudar no período analisado, que é 25.

A Tabela 12 permite analisar a evolução dos custos de cada sistema. Nota-se que, para uma análise mais correta, para todos os custos foram calculados o valor presente considerando projeções de desvalorização da moeda. As taxas de desconto utilizadas foram projetadas por Barros (2014) em nota técnica da Fundação Getúlio Vargas e Instituto Brasileiro de Economia em um cenário mais pessimista.

Tabela 12. Custos (VPL) Sistemas ERP *on premise* vs SaaS (US\$) 4 anos seguintes à implantação

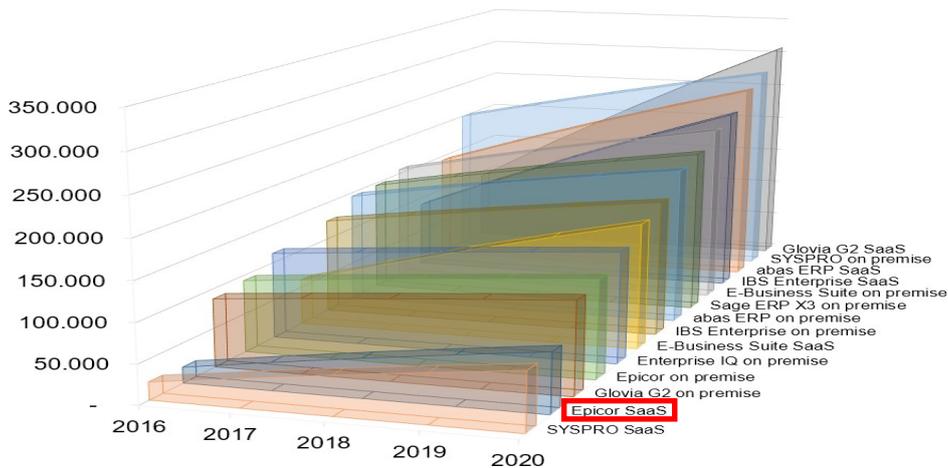
CUSTOS (VPL)	abas ERP	E-Business Suite	Enterprise IQ	Epicor	Glovia G2	IBS Enterprise	Sage ERP X3	SYSPRO
2017								
<i>Manutenção on premise</i>	16.384	21.186	8.475	9.051	8.475	14.124	18.429	22.599
Utilização SaaS	33.898	28.249		15.184	58.851	42.373		14.124
2018								
<i>Manutenção on premise</i>	15.399	19.912	7.965	8.506	7.965	13.275	17.321	21.240
Utilização SaaS	31.919	26.599		14.297	55.415	39.899		13.300
2019								
<i>Manutenção on premise</i>	14.472	18.714	7.486	7.995	7.486	12.476	16.279	19.962
<i>Manutenção on premise (VPL)</i>	13.628	17.622	7.049	7.528	7.049	11.748	15.329	18.797
Utilização SaaS (VPL)	28.301	23.584		12.677	49.134	35.376		11.792
Custo total 5 anos								

<i>On premise</i>	204.883	233.684	143.475	126.530	118.475	176.623	214.158	282.598
SaaS	268.174	163.479		75.777	309.330	245.218		74.239

Fonte – Elaborada pelo próprio autor, 2015.

O gráfico que segue (Fig. 9) foi criado para facilitar a percepção da evolução dos custos, uma vez que o mesmo explicita os gastos acumulados ano a ano.

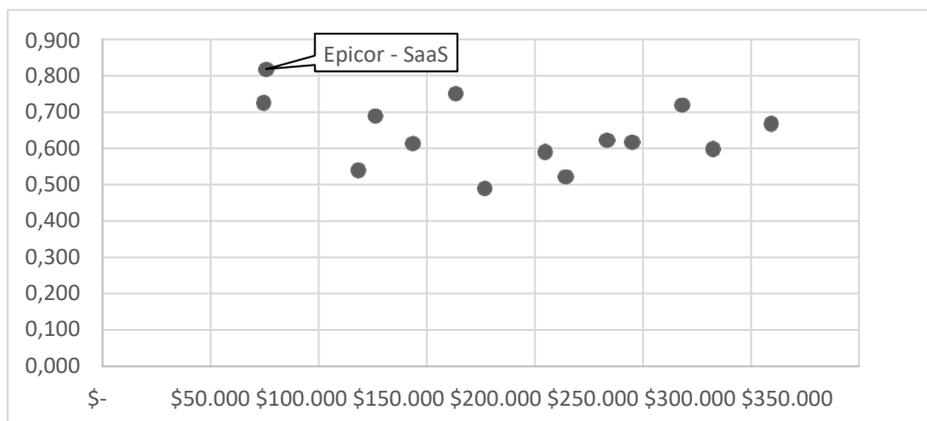
Figura 9. Evolução dos custos de utilização dos sistemas nos 5 primeiros anos



Fonte - Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Nota-se que, após 5 anos de projeção desembolsos acumulados para a utilização de cada sistema fica mais evidente que, a alternativa Epicor SaaS está entre as mais econômicas, juntamente com a opção SYSPRO SaaS. Um outro gráfico de custo-benefício (Fig. 10) é apresentado para analisar a evolução dessa relação.

Figura 10. Custo-benefício dos sistemas após 5 anos.



Fonte - Elaborada pelo próprio autor, 2015.

Ao analisar a Fig. 10, conclui-se assim que o sistema Epicor SaaS se mantém como melhor opção de aquisição mesmo após 5 anos de utilização. Além disso, pela evolução dos custos mostrada na Fig. 9, pode-se afirmar que esta alternativa sempre estará entre as de melhor custo-benefício.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fez-se o uso de uma metodologia compreensiva para a seleção de sistemas ERP. O método mostrou-se eficaz e eficiente, já que foi possível determinar uma alternativa claramente mais vantajosa que as outras de forma pouco complexa e levando em consideração as particularidades da empresa estudada. Como resultado do método AHP, obteve-se um ranking das melhores opções de sistemas para a empresa. Sobre este ponto, pôde-se inferir a predominância das alternativas SaaS sobre as alternativas *on premise*. A maior parte das opções em nuvem apresentou desempenho superior às alternativas baseadas em computação tradicional.

Contudo, perceberam-se diferentes estratégias de preço dos fornecedores de ERP. Com isso, nem todos os sistemas entregues via SaaS se mantiveram como escolhas viáveis, visto que alguns que apresentaram elevados custos acumulados após um período de 5 anos.

Ainda assim, a análise Custo-Benefício resultou em maior confiança aos tomadores de decisão a respeito de qual alternativa escolher, uma vez que tornou evidente o excelente custo-benefício da alternativa selecionada no método utilizado.

Portanto, conclui-se que o sistema ERP a ser adotado pela empresa em questão no estudo de caso deve ser o entregue por um modelo de computação em nuvem como um serviço pela empresa Epicor Software Corporation. Surpreendentemente, essa escolha apresentou os melhores benefícios e também os menores custos em relação as outras alternativas avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADRI, M.A.; DAVIS, D. *A comprehensive 0–1 goal programming model for project selection*. *International Journal of Project Management*, 19, 243–252, 2001.

BARROS, G.L. **Nota Técnica - Política Fiscal de 2015 a 2022: Trajetórias Possíveis de Ajustamento**. FGV IBRE, 2014. 8 p.

CAMANHO. Camanho & Consultores. **Os ERPs e suas Taxas de Manutenção**. Disponível

em <<http://www.camanho.com.br/?p=6614>>. Acesso em: 30 out. 2015.

COHEN, D. **Você sabe tomar decisão?** Revista Exame. São Paulo: Editora Abril, 2001.

FREEPIK. **Graphic Resources SL. 1000 free icons packs.** Disponível em:

<www.flaticon.com/authors/freepik>. Acesso em: 21 nov. 2015.

GARDINER, S.C.; HANNA, J. B.; LATOUR, M. S. **ERP and the re-engineering of industrial marketing processes: a prescriptive overview for the new-age marketing manager.** *Industrial Marketing Management*, 31, 357–365, 2002.

GARTNER. Gartner, Inc. **Enterprise Resource Planning (ERP).** Disponível em:

<<http://www.gartner.com/it-glossary/enterprise-resource-planning-erp>>. Acesso em: 1 nov. 2015.

GRUBISIC, I. **ERP in clouds or still below.** *Journal of Systems and Information Technology*, 16 (1), 62–76, 2014.

HAKIM, A.; HAKIM, H. **A practical model on controlling the ERP implementation risks.**

Inf. Syst., 35 (2), 204–214, 2010.

KLOS, S.; KREBS, I. **Methodology of ERP system implementation – a case study of project-driven enterprise.** *20th EURO Mini Conference “Continuous Optimization and Knowledge-Based Technologies”*, Neringa, Lithuania, 2008.

LAI, V.S.; TRUEBLOOD, R. P.; WONG, B. K. **Software selection: A case study of the application of the analytical hierarchical process to the selection of a multimedia authoring system.** *Information & Management*, 36, 221–232, 1999.

LEE, J.W.; KIM, S. H. **Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection.** *Computers & Operations Research*, 27, 367–382, 2000