

Proposta de modelo para seleção de ferramentas de tecnologia da informação baseado nas dimensões da gestão do portfólio

Pietro Cunha Dolci¹

Éfrem de Aguiar Maranhão Filho²

Flávio Régio Brambilla³

Resumo: Estudos sobre investimentos em tecnologia da informação (TI) tornaram-se importantes atualmente no mundo dos negócios devido aos altos gastos com TI. Entretanto, as dificuldades em justificar e selecionar os investimentos de TI estão associadas à natureza intangível dos benefícios alcançados com a utilização dessas tecnologias. Este artigo propõe um modelo para o auxílio à tomada de decisão na escolha de ferramentas de TI. O modelo visa analisar as dimensões da gestão do portfólio de TI (GPTI) através de seus benefícios esperados pelos gestores com a aquisição de softwares (soluções/ferramentas) e hardwares. Consiste em um modelo no qual é utilizada uma abordagem multicritério, a fim de criar um *ranking* das tecnologias, combinada com a aplicação da Programação Inteira zero - um para selecionar as tecnologias que proporcionarão os maiores benefícios esperados, respeitando as restrições financeiras e tecnológicas. Para testar o modelo proposto foi realizado um teste em uma empresa de serviços de médio porte. Testou-se na organização a simplicidade do modelo e obteve-se como resultado quatro ferramentas selecionadas de acordo com as dimensões da GPTI.

Palavras-chave: Investimentos em TI; Dimensões da GPTI; Abordagem Multicritério.

Proposal of a model for information technology tool selection based on the management of portfolio dimensions

Abstract: Studies on information technology (IT) investments have become important today in the business world due to high IT spending. However, the difficulties in justifying and selecting IT investments are associated with the intangible nature of the benefits gained from using these technologies. This paper proposes a model for decision support in the choice of IT tools. The model aims to analyze the dimensions of IT portfolio management (GPTI) through its benefits expected by managers with the acquisition of software (solutions / tools) and hardware. It consists of a model in which a multicriteria approach is used in order to create a ranking of the technologies, combined with the application of zero - one Integer Programming to select the technologies that will provide the greatest expected benefits, respecting the financial and technological constraints. To test the proposed model, a test was performed at a medium-sized service company. The simplicity of the model was tested in the organization and four tools selected according to the dimensions of the GPTI were obtained as a result.

Keywords: IT investments; Dimensions of GPTI; Multicriteria Approach.

1 Doutor em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Graduado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração: Mestrado Profissional da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Endereço postal: Rua Encantado 87 / 804 – 96815-240 – Santa Cruz do Sul – RS. E-mail: pcdolci@unisc.br

2 Doutor em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP). Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Coordenador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo da Universidade Ceuma (UNICEUMA).

3 Doutor em Administração pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Graduado em Direito e Administração pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração: Mestrado Profissional da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

1 Introdução

Os efeitos dos investimentos em Tecnologia da Informação (TI) são um importante tópico de pesquisa na área de sistemas de informações tanto para os práticos quanto os acadêmicos. Os executivos de TI ou *Chief Information Officers* (CIOs), segundo Liu, Hsu e Yen (2018), enfrentam desafios em ambientes de constante mudanças, desencadeado pelo impacto significativo dos investimentos em TI na maneira como as empresas conduzem seus negócios tanto operacional quanto estrategicamente.

Esse impacto, também pode ser dimensionado no Brasil, pois segundo projeções realizadas por especialistas, esse valor representará um gasto em tecnologia pelas empresas no total de 3,658 bilhões em 2018, representando um aumento de 4,27% em relação a 2017 (STATISTA, 2018). Com relação aos gastos em projetos de TI, pode-se determinar de uma forma mais específica e objetiva de como as empresas realizam as aquisições de aplicativos. Essas aquisições são uma prática frequente nas organizações, ou seja, comprar do mercado a ferramenta pronta ao invés de desenvolvê-las internamente, o que pode consumir mais recursos.

Identificar, medir e gerenciar os benefícios e custos de TI é uma das mais importantes e difíceis tarefas dos gestores de TI. Investimentos em tecnologia devem ser considerados tipos únicos de investimentos porque eles têm tipicamente efeitos tangíveis e intangíveis sobre as organizações (SCHNIEDERJANS, HAMAKER; SCHNIEDERJANS, 2004). Além disso, Bardhan, Bagchi e Sougstad (2004) afirmam que estimar os investimentos de TI é um desafio, pois é caracterizado por um longo período de retorno, incerteza e mudanças das condições do negócio.

Selecionar e comprar eficientemente as tecnologias de informação podem ser fatores chave para manter a viabilidade e a prosperidade corporativa (BACON, 1992). O presente artigo, observando essas dificuldades, tenta contribuir para o preenchimento da lacuna existente nesse contexto. Dessa forma, a questão de pesquisa identificada foi: Como auxiliar as empresas a tomarem decisões sobre investimentos na aquisição de aplicações de TI maximizando os benefícios esperados?

No trabalho de Gunasekaran, Ngai e Mcgaughey (2006), foram detectadas algumas deficiências na literatura, que se mantiveram ao decorrer dos anos (TALLON, KRAEMER; GURBAXANI, 2000; MARTHANDAN; TANG, 2010). Dentre elas, a problemática e negligenciada identificação e cálculo das métricas intangíveis e não financeiras de desempenho com relevância para a justificativa de TI. Outra, é a lacuna de modelos de otimização comprovados para avaliação de TI. Então o objetivo desse trabalho é a proposição de um modelo para auxiliar no processo de tomada de decisão sobre investimentos de TI na escolha de um conjunto de ferramentas baseados nos benefícios esperados de forma a maximizá-los.

O artigo é estruturado da seguinte forma. Nas duas seções seguintes é apresentada uma breve revisão da literatura utilizada na pesquisa. Na seção 4, é exposto o desenvolvimento do modelo de seleção de ferramentas e todas as etapas que o constitui. Um exemplo da utilização do modelo em uma empresa é ilustrado no tópico 5. Na seção 6 são apresentadas as conclusões do trabalho. E por último, são discutidas as limitações encontradas no modelo e sugeridas pesquisas futuras.

2 Investimentos de tecnologia da informação

Investimentos de TI podem ser definidos de diversas maneiras, de acordo Weill e Olson (1989) são gastos associados à aquisição de computadores, comunicação, softwares, redes e pessoal para gerenciar e operar a gestão do sistema de informação. Já para Keen (1995), os investimentos em TI é um termo aplicado para investimentos em equipamento, aplicativos, serviços e tecnologias básicas. Schniederjans, Hamaker e Schniederjans (2004) definem esses investimentos como decisões sobre alocação de todos os tipos de recursos (humanos, monetários, físicos) para a gestão de sistemas de informação. Dentre essas definições, a que mais se adequa ao contexto desse trabalho foi a última definição, pois é considerada mais abrangente.

Após surgimento do “paradoxo da produtividade” em 1987, coincidentemente ou não, os estudos sobre investimentos em TI aumentaram. Isto mostra que a importância dada ao tema pela academia está em crescimento. Gunasekaran, Ngai e McGaughey (2006) ressaltam que os estudos sobre investimentos em TI tornaram-se importantes no mundo dos negócios devido aos altos gastos com tecnologia da informação. O cálculo global do fracasso em TI chegou à 3 trilhões de dólares em 2012 (Krigsman, 2015). Muito se tem estudado atualmente no sentido de justificar e avaliar os investimentos em TI e, verificar a sua ligação com os macros objetivos das organizações. Dentre os principais temas que abordam estes assuntos estão: Alinhamento Estratégico de TI, Governança de TI, Gestão de Portfólio de TI e seleção, avaliação e justificativa de Investimentos em Tecnologia da Informação.

Henderson e Venkatraman (1993) desenvolveram um modelo, definido em quatro domínios fundamentais ou dimensões, para conceitualizar alinhamento estratégico: (i) estratégia do negócio; (ii) estratégia de TI; (iii) infraestrutura e processos organizacionais; e (iv) infraestrutura e processos de TI. O modelo destes autores está baseado em dois pressupostos fundamentais: (a) o desempenho econômico está diretamente relacionado com a habilidade dos gestores em criar uma adequação estratégica entre o posicionamento da empresa no mercado e o desenho apropriado da estrutura administrativa para suportar esta execução; e (b) esta adequação estratégica e essencialmente dinâmica. Para eles alinhamento estratégico não é um evento, mas um processo contínuo de adaptação e mudança. Para Luftman (2000) o alinhamento estratégico é focado nas atividades que gerenciam as realizações para o alcance das metas organizacionais por meio da TI e das outras funções da organização. Portanto, o alinhamento estratégico indica como harmonizar TI com os negócios, e como os negócios podem ou devem se harmonizar com a TI. Envolve o relacionamento entre a TI e as outras funções organizacionais para que elas adaptem suas estratégias conjuntamente.

O alinhamento da tecnologia da informação com a estratégia da organização e os investimentos em TI também são abordados pelo tema Governança de TI. Para De Haes e Van Grembergen (2009) governança de TI é a capacidade organizacional exercida pelo quadro de executivos do negócio e gestores de TI para controlar a formulação e implementação da estratégia e o meio de assegurar a fusão dos negócios e TI. Esse conceito vem ganhando importância ao longo do tempo devido as empresas se tornarem mais dependentes da TI para as suas atividades estratégicas e operacionais (HUYGH; DE HAES, 2018). Peterson (2004) define Governança de TI como a distribuição dos direitos e responsabilidades relativos à tomada de decisão sobre TI entre os stakeholders da empresa, e os processos e mecanismos para a tomada e monitoramento das

decisões estratégicas relacionadas a TI. Os temas Governança de TI e Portfólio de TI estão intimamente ligados. Peterson (2004), Huygh e De Haes (2018) deixam clara a relação ao se referir o portfólio de TI como uma forma de manifestação da Governança de TI para auxiliar a dirigir e controlar a organização.

Um portfólio de investimento compreende todos os projetos de TI e os ativos diretos e indiretos, incluindo infraestrutura, contratos de terceirização e licença de softwares. A Gestão de Portfólio de TI tem se desenvolvido dentro de uma combinação de práticas e técnicas usadas para medir e incrementar o retorno dos investimentos em TI e reduzir seus riscos (JEFFERY; LELIVELD, 2004). É um meio cada vez mais comum de auxiliar as equipes de gestores a adequar e relacionar os investimentos em tecnologia da informação com os objetivos coletivos e estratégicos da organização (WEILL; ARAL, 2006; DOLCI, MACADA; GRANT, 2014; JIANG, KLEIN; FERNANDEZ, 2018).

O estudo de Weill e Broadbent (1998) sobre gestão de portfólio de TI, revelou que as empresas investem em tecnologia para alcançar 4 diferentes objetivos gerenciais: transacional, infraestrutura, informacional e estratégico. Então esses objetivos gerenciais levam para sistemas informacionais, transacionais, de infraestrutura e estratégicos, que constitui o portfólio de investimentos de TI. Os investimentos em infraestrutura são aqueles que suportam e servem de base para os demais, como por exemplo, servidores, rede, laptops e base de dados de clientes, onde são compartilhados com serviços de TI usado por diversas aplicações. Já os gastos transacionais, o próximo nível do portfólio, são aqueles que têm o objetivo de processar e automatizar as transações básicas e repetitivas das empresas.

Os investimentos que fornecem informações para propósitos como contabilidade, relatórios, conformidades, comunicação e análises, são considerados como informacionais. E por fim os estratégicos são um pouco diferentes dos demais, são realizados para ganhar vantagem competitiva ou um posicionamento da organização no mercado. Um exemplo de sucesso do uso estratégico da TI foi o pioneirismo do banco Citibank que usou pela primeira vez caixas automático em larga escala nos anos 80 nos Estados Unidos e mudou os bancos para sempre. (WEILL; BROADBENT, 1998; WEILL; ARAL, 2006). A Figura 1 ilustra essas quatro diferentes dimensões como um portfólio, e ainda os respectivos benefícios.

Figura 1: Dimensões da GPTI e os respectivos benefícios

	Infra-estrutura	Transacional	Informacional	Estratégico
BENEFÍCIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Integração do negócio • Flexibilidade do negócio • Reduzir o custo marginal da TI nas unidades de negócio • Padronização 	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar custo • Mais pelo mesmo custo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento nos controle • Informações melhores • Melhor integração • Melhor qualidade • Tempo de ciclo reduzido 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação do produto • Inovação do processo • Vantagem competitiva • "Entrega" de serviços renovada • Aumento nas vendas • Posicionamento no mercado

Fonte: Adaptado de Weill e Broadbent (1998).

Dos diversos benefícios de cada dimensão apontados por Weill e Bradbent (1998) e depois por Weill e Aral (2006), e Dolci, Maçada e Grant (2014), para esse trabalho foram selecionados alguns que são definidos a seguir. A dimensão estratégica é composta por inovação do processo que envolve a criação

ou melhora dos métodos de produção, serviços ou operações administrativas (KHAZANCHI, LEWIS; BOYER, 2007). E também pela inovação do produto que significa a mudança das características físicas de um produto/serviço, ou a criação de um novo, associada a uma colaboração contínua e uma rede de cooperação (NIETO; SANTAMARÍA, 2007). Já para a dimensão informacional foi considerado o aumento do controle das informações que fluem na organização e para melhorar a integração das informações entre as áreas da empresa. Para o transacional foi considerado a redução de custos, que significa investir para, no longo prazo, reduzir os custos da empresa e para aumentar a capacidade produtiva para atender os clientes. Por fim, infraestrutura significa flexibilidade do negócio que é a capacidade de adaptação frente a mudanças no ambiente (FREDERICKS, 2005) e padronização que influencia a estrutura da empresa e assim ajuda a determinar que benefícios organizacionais e tecnológicos mudar (TASSEY, 2000).

Uma das preocupações sobre gastos com tecnologia envolvem projetos de TI, o que tem sido bastante discutido na literatura. Como por exemplo, Neirotti e Paolucci (2007), Lee (2014), Coombs (2015) e Huygh e De Haes (2018). Gunasekaran, Ngai e Mcgaughey (2006) realizaram uma revisão de literatura, sobre avaliação e justificativa de investimentos em TI. A partir desta revisão eles classificaram os trabalhos em quatro principais grupos, apresentados a seguir.

- (a) Conceitos gerais sobre avaliação e justificação de TI – implicações da TI no desempenho organizacional; alinhamento entre as estratégias de negócio e de TI; suporte para liderança em custo; gerenciamento de risco; medidas tangíveis e intangíveis, financeiras e não financeiras de desempenho; custo e benefícios dos investimentos em TI; quantificação de variáveis de medida de desempenho.
- (b) Critérios de avaliação enfatizados para a justificação de projetos de TI – impacto na competitividade organizacional; assuntos econômicos; implicações sociais, impactos na população; contexto social; avaliação tecnológica; adaptabilidade; considerações táticas; avanço tecnológico; promoção de demanda; desempenho operacional; financeiras, não-financeiras, tangíveis e intangíveis; medidas financeiras.
- (c) Técnicas e ferramentas para a avaliação e justificação de projetos de TI – abordagem econômica; abordagem estratégica; processos analíticos hierárquicos (AHP); análise envoltória de dados (DEA); sistemas especialistas; *goal programming*; teoria da utilidade multiatributo (MAUT); simulação e modelos de score.
- (d) Avaliação da implementação de projetos de TI – avaliação financeira (prazo de retorno, taxa de retorno, taxa interna de retorno, valor presente líquido); não financeiras, tangíveis e intangíveis.

O trabalho apresentado neste artigo se enquadra, portanto, no terceiro item da classificação apresentada, Técnicas e ferramentas para a avaliação e justificação de projetos de TI. Também neste item da classificação proposta por Gunasekaran, Ngai e Mcgaughey (2006) está inserido o trabalho de Lee e Kim (2000). Esses autores propõem um modelo para seleção de projetos de TI usando a técnica de rede analítica de processos (ANP) e zero - um *goal programming* (GP) (programação linear com objetivos conflitantes).

A primeira e principal diferença entre o modelo proposto neste artigo e o proposto por Lee e Kim (2000) é que o segundo busca a minimização dos custos de implantação dos projetos, enquanto o primeiro busca a maximização dos benefícios esperados com a implantação dos projetos. O modelo desses autores busca selecionar os projetos de menor custo dentre os de maior score. Já o aqui apresentado busca

maximizar os benéficos que se espera serem alcançados com a implantação dos projetos respeitando as restrições financeiras da empresa e as tecnológicas impostas.

A segunda diferença é quanto aos critérios de seleção. No modelo citado os critérios não estão previamente estabelecidos, é dada total liberdade ao decisor para a escolha e pontuação (*ranking*) dos critérios de seleção. Sendo assim, não há preocupação explícita, no modelo, com o alinhamento entre os objetivos dos projetos de TI a serem implantados e os da organização. Isto é, os critérios a serem utilizados podem ser somente de ordem técnica e os objetivos dos projetos podem divergir totalmente dos organizacionais.

Já no modelo proposto neste artigo, os critérios para a seleção dos projetos de TI estão pré-estabelecidos, os decisores devem determinar o peso de cada critério e a pontuação de cada opção dentro de cada critério. Estes critérios são baseados na classificação estabelecida por Weill e Broadbent (1998) que trata os investimentos em TI como um portfólio. Portanto o modelo aqui apresentado está de acordo com os conceitos de Governança de TI, Gestão de TI e possibilita que os objetivos dos projetos de TI estejam alinhados com a estratégia organizacional. Lee e Kim (2000) argumentam que problemas de seleção de projetos de sistemas de informação são problemas de decisão multicritério.

3 Análise multicritério/atributo e programação linear

Keeney e Raiffa (1976) sugerem uma metodologia para tratar com problemas complexos com vários critérios ou atributos, utilizando uma abordagem multifacetada. A tentativa de quantificar o inquantificável, mostrando ser algo presente, porém não formalmente, salientando que a subjetividade envolvida na quantificação deva ser feita por um especialista (KEENEY; RAIFFA, 1976). Edwards e Newman (1982) afirmam que a abordagem multiatributo é uma ferramenta extremamente flexível para explorar e aprender sobre o problema estudado. Essa abordagem é comum para elucidar as preferências dos compradores e os modelos permitem comparar alternativas e selecionar um conjunto delas baseadas nos seus muitos e conflitantes atributos (FRUTOS, SANTOS; BORENSTEIN, 2004).

As dificuldades em justificar os investimentos de TI estão associadas à natureza intangível dos benefícios, como a melhoria da comunicação controle, capacidades e aumento da vantagem competitiva (SENN, 1989). Os modelos ajudam a formalizar e deixar transparente o processo decisório, facilitando para uma análise de sensibilidade. Há duas abordagens que suportam problemas discretos e com multi-atributos: *Multi-attribute Value Function (MAVF)* que é um método de escores com peso, e *Analytical Hierarchy Process (AHP)* (FRUTOS, SANTOS; BORENSTEIN, 2004). O MAVF parece ser mais transparente e fácil de entender (BELTON, 1986). Belton e Stewart (2002) apontam que as duas abordagens são baseadas na avaliação de alternativas em termos de adicionar funções de preferência. Os principais fatores que diferenciam as duas abordagens apresentadas é que de um ponto de vista prático, são utilizados pares de comparação para comparar alternativas utilizando critérios (*scoring*) e critérios dentro das famílias (*weighting*) e o uso de escalas razão para todos os julgamentos. No AHP padrão, as alternativas não são diferenciadas dos critérios, mas são tratados como o nível mais baixo da hierarquia (o melhor meio para o fim) e todas as comparações seguem o mesmo procedimento. Em vez de construir uma função de valor ou uma escala qualitativa explícita com relação ao desempenho de como as alternativas são avaliadas, o tomador de decisão é obrigado a responder a uma série

de perguntas de comparação pareadas, o que levou a uma avaliação numérica implícita das alternativas de acordo com cada critério (BELTON; STEWART, 2002).

A utilização de uma abordagem multicritério fornece um *ranking* considerando todos os critérios em conjunto para se realizar a tomada de decisão, mas não limita a decisão com restrições financeiras e tecnológicas, por exemplo. O que está de acordo com Lee e Kim (2000) que afirmam que os métodos de *ranking* não resolvem problemas que requerem recursos viáveis e disponíveis. Assim, para complementar essa abordagem e utilizar restrições no modelo proposto é que se necessita utilizar a programação inteira (PI).

A programação linear (PL) é um campo de estudos da Pesquisa Operacional, onde parte-se do pressuposto que os tomadores de decisão desejam obter o máximo (ou o mínimo) no resultado a ser alcançado. Para isso assume-se que (i) existe uma ou mais variáveis que influenciam um objetivo, e (ii) o decisor pode atribuir valor a estas variáveis (ECK, 1976). Um modelo matemático de PI consiste em um sistema de inequações e/ou equações lineares que representam as restrições técnicas e uma função objetivo linear que deverá ter o resultado máximo (ou mínimo), respeitando as restrições (MEDEIROS DA SILVA et.al, 1998). Dentre os diversos tipos de modelos de PL existentes o de interesse neste estudo é o de PI 0-1. Neste tipo de modelo as variáveis de decisão, que são que influenciam o objetivo e podem ter seus valores designados pelo decisor, devem assumir somente valores inteiros e iguais a zero (0) ou um (1), ou seja, no modelo sugerido quer dizer selecionado (1) ou não (0). O modelo de PI zero - um tem a seguinte forma genérica.

$$\begin{array}{l} \text{maximize ou (minimize) } Z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{j=1}^n a_j x_j \geq b_j \quad j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b_j \quad j = 1, 2, \dots, m \\ x_1, x_2, \dots, x_n \text{ inteiras e } 0 \leq x_j \leq 1 \end{array}$$

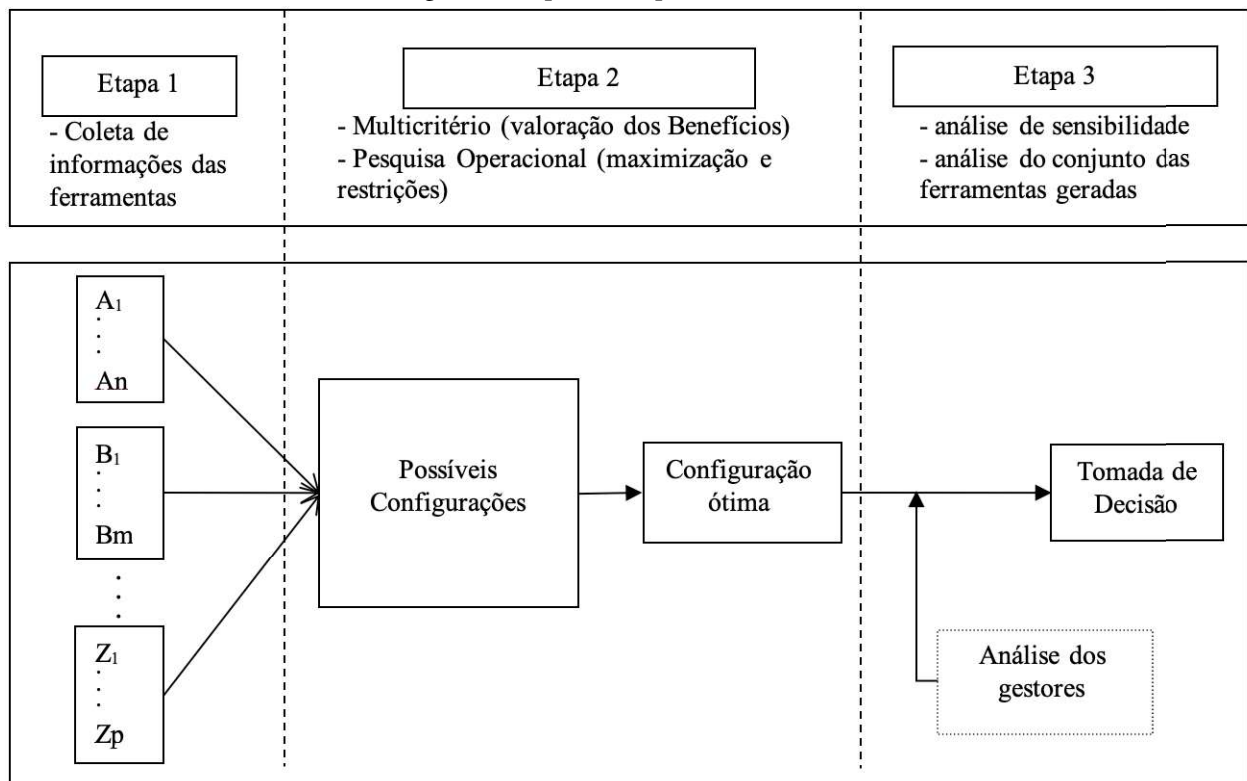
4 O modelo de seleção de ferramentas

A ideia de usar a técnica de multicritério com programação inteira parece ser bastante adequada ao contexto, pois se trata de um problema com características tangíveis e intangíveis e escolha entre alternativas. Então o modelo busca maximizar a os benefícios esperados pelo usuário através da abordagem multicritério. Os benefícios são calculados baseados nas expectativas do usuário, para cada ferramenta, dentro das quatro dimensões propostas. A partir deste ponto, obtêm-se os escores das ferramentas, baseados nos seus benefícios, sendo assim é necessário a programação inteira para tratar das restrições, tanto orçamentárias, como tecnológicas.

Para se entender melhor a proposta do modelo, foi elaborado um esquema, onde é elucidado as etapas que constituem o processo decisório apresentado na Figura 2. Na primeira etapa, é realizada a coleta das propostas dos fornecedores dos diferentes tipos de ferramentas. Cada tipo de ferramenta (A, B...Z) deve possuir mais de um fornecedor (1...n) para haver diferentes possibilidade de combinação entre ferramentas. Na segunda, as possíveis combinações são geradas e é determinada uma única solução ótima

para o problema, levando em conta os benefícios esperados e as suas restrições, usando a abordagem multicritério e a PI. Não há uma metodologia singular e simples que forneça uma consistente, confiável e ótima solução para os gestores enfrentarem decisões de investimentos em TI (SCHNIEDERJANS, HAMAKER; SCHNIEDERJANS, 2004). Por isso a última parte é exigida, onde os gestores, que tomam a decisão, realizam análise mais subjetiva a partir dos dados gerados pelo modelo.

Figura 2: Esquema do processo decisório



Fonte: Elaborado pelos autores.

A etapa um é feita através da aplicação de um questionário onde são mensurados os atributos usados no multicritério. Os atributos estão divididos em quatro dimensões: estratégico, informacional, transacional e infraestrutura, consideradas independentes. A escolha dos atributos, dentre os vários mencionados por Weill e Broadbent (1998), foi feita através da análise de especialistas. Assim, foram selecionados dois benefícios dentro de cada dimensão, que foram: estratégico (inovação do produto e processo), informacional (aumento de controle e melhor integração), transacional (redução de custos e aumento da capacidade), e por fim, infraestrutura (flexibilidade do negócio e padronização). Cabe ressaltar, que o benefício redução de custos, que inicialmente era corte de custos, foi alterado devido à dificuldade dos gestores enxergarem como um investimento em TI possa cortar custos.

Na etapa dois, com as informações obtidas do questionário, utilizou-se a abordagem multicritério onde foi escolhida a MAVF, devido a sua transparência e facilidade de compreensão. A técnica exige que os atributos sejam tratados de forma hierárquica, então o primeiro nível da hierarquia é formado pelas quatro dimensões. Cada dimensão é decomposta em dois atributos que são o segundo nível. Após o ranking obtido, utilizou-se a PI para considerar as restrições orçamentárias e tecnológicas e determinar a solução ótima.

Na primeira parte da etapa 2, definiu-se o grau de importância das dimensões (k_n), em porcentagem, de forma que $\sum_{i=1}^4 k_i = 1$, para $i \in I = \{1,2,3,4\}$, ilustrado no Tabela 1. Desta forma garantindo que o total dos graus de importância sejam iguais a 100%.

Tabela 1: Grau de importância das dimensões

Classificação	Estratégico	Informacional	Transacional	Infraestrutura
G.I	$k_1\%$	$k_2\%$	$k_3\%$	$k_4\%$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, foram avaliados os atributos de cada dimensão (t_j), sendo estes medidos dentro de uma escala *Likert* de cinco pontos (1 - de muito baixa a 5-muito alta), e ainda a possibilidade de se identificar a não existência de benefício (0). Com exceção da dimensão transacional e seus atributos, pois esses são mais facilmente mensurados em porcentagens (Tabela 2).

Tabela 2: Grau de importância dos atributos

Dimensões	Estratégico		Informacional		Transacional		Infraestrutura	
	Inovação do Produto	Inovação do Processo	Aumento de Controle	Melhor Integração	Redução de Custos	Aumento da Capacidade	Flexibilidade do Negócio	Padronização
G.I.	t_1	t_2	t_3	t_4	$t_5\%$	$t_6\%$	t_7	t_8

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a atribuição dos pesos (grau de importância) das dimensões e dos atributos, são valorados os aplicativos (v_{ij}) com relação a cada atributo. Foi utilizando a mesma escala *likert* e também em porcentagem para os atributos da dimensão transacional, ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de cada atributo para cada ferramenta

Dimensões	Atributos	Estratégico		Informacional		Transacional		Infraestrutura	
		Inovação do Produto	Inovação do Processo	Aumento de Controle	Melhor Integração	Corte de Custos	Aumento do Desempenho	Flexibilidade do Negócio	Padronização
A	1	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	$v_{15} \%$	$v_{16} \%$	v_{17}	v_{18}

	n	v_{n1}	v_{n2}	v_{n3}	v_{n4}	$v_{n5} \%$	$v_{n6} \%$	v_{n7}	v_{n8}
.
Z	1	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	$v_{15} \%$	$v_{16} \%$	v_{17}	v_{18}

	P	v_{p1}	v_{p2}	v_{p3}	v_{p4}	$v_{p5} \%$	$v_{p6} \%$	v_{p7}	v_{p8}

Fonte: Elaborado pelos autores.

Depois de identificado os valores para cada atributo de cada ferramenta, os graus de importância dos atributos e os graus de importância das dimensões, deve-se transformar os valores dos atributos, de forma que todos fiquem na mesma escala. Para cada atributo realizou-se uma conversão da escala *Likert* para um valor entre 0 e 1, que foi possível através de uma função utilidade $v(v_{ij})$. Para efeito de manter a simplicidade, facilidade de compreensão e utilização do modelo, é próprio manter uma relação linear para $v(v_{ij})$. Após o cálculo de $v(v_{ij})$, foram calculados os pesos de cada dimensão para cada ferramenta, utilizando a equação 01:

$$p_m = \frac{(v_{ij} * t_j) + (v_{i+1} * t_{j+1})}{(t_j + t_{j+1})} * k_n, \quad (01)$$

onde:

p_m = peso da ferramenta i dentro da dimensão n a qual j e $j+1$ pertencem.

v_{ij} = quantificação dos valores para cada atributo j para a ferramenta i .

t_j = quantificação de cada atributo j , ou seja, dos graus de importância desejadas pelos usuários quanto aos benefícios esperados.

k_n = quantificação dos graus de importância almejados dentro da dimensão n .

Como último passo do *MAVF* foi somado todos os pesos para se determinar o *ranking* de cada ferramenta, $p_i = \sum_j p_j$, essa soma foi possível devido aos pesos de cada dimensão estarem na mesma escala (de 0 a 1). Assim, foram definidos os pesos para as variáveis da programação inteira, que para ser viável foi suposto que os atributos são independentes entre si.

O modelo de seleção de ferramentas baseadas nos benefícios esperados, com a parte da abordagem multicritério de Keeney e Raiffa (1976) concluída, deve-se inserir os pesos calculados nas equações da pesquisa operacional, apresentado a seguir:

A equação 02 refere-se à função objetivo, onde Z apenas representa o valor da solução ótima. A primeira restrição (03), que é a orçamentária, pois existe um limite de recursos a serem investidos nas ferramentas de TI. Cabe ressaltar que nessa restrição existe a identificação dos custos de cada ferramenta. A segunda restrição (04) corresponde a necessidade de escolha de apenas uma ferramenta dentre as diversas alternativas. Além dessas restrições, existe a possibilidade de incompatibilidade entre as ferramentas por uso de tecnologias excludentes ou uma imposição da gestão.

Função objetivo:

$$\max \quad Z = \sum_{i \in I} p_i x_i \quad (02)$$

Sujeito a

$$\sum_{i \in I} c_i x_i \leq Q \quad (03)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad \forall A, \dots, Z \quad (04)$$

Onde:

p_i corresponde a um *ranking* calculado através dos benefícios esperados do produto x_i ;

x_i representa a seleção ou não da ferramenta i para o conjunto de ferramentas escolhidas;

c_i custo da ferramenta calculado em valor presente;

Q = montante total destinado aos investimentos de TI.

A variável x_i pode assumir os seguintes valores:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{Se a ferramenta pertencer ao conjunto de ótimo.} \\ 0 & \text{Caso contrário.} \end{cases}$$

5 Exemplo de aplicação

Nesta seção é apresentado um exemplo da aplicação do modelo em uma situação real. Para testar o modelo foi enviado um questionário para um consultor de tecnologia de uma empresa do ramo de serviços, de médio porte, que auxilia nas decisões sobre investimentos de TI. As ferramentas foram avaliadas levando em conta dois fornecedores que oferecem as tecnologias analisadas. Ambos são nacionais e possuem escritórios em diversas cidades do país.

O questionário foi respondido seguindo os níveis de hierarquia propostos, assim primeiramente o respondente avaliou as quatro dimensões. Os graus de importância ficaram assim distribuídos: 30% para o estratégico, 20% corresponde ao informacional, 30% transacional e 20% de infraestrutura. Seguindo assim, a exigência de que o somatório do modelo fosse igual a 1 ou 100%. Após essa etapa, determinou-se os atributos de cada dimensão, utilizando a escala *Likert* de 5 pontos (1 – de muito baixa a 5 – muito alta) e porcentagens para a dimensão transacional. Cabe ressaltar, que o consultor considerou que todas as ferramentas possuem todos os atributos. Conforme explicitado, esses valores têm que ser transformados em uma escala uniforme de 0 a 1 que é conseguido através da função utilidade. Como se deseja manter a simplicidade do modelo e a linearidade da função foi transformado os valores da escala *Likert* da seguinte forma: (1) muito baixo igual a 0,2; (2) baixo igual a 0,4; (3) médio igual a 0,6; (4) alto igual a 0,8; e por último (5) muito alto igual a 1. Em relação ao transacional, por ter sido avaliado em porcentagem permaneceu na mesma escala, esses valores podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Valores dos atributos

Atributos	Respondido	Transformado
Inovação do Produto	4	0,8
Inovação do Processo	5	1
Aumento de Controle	4	0,8
Melhor Integração	3	0,6
Redução de Custos	70%	0,7
Aumento da Capacidade	30%	0,3
Flexibilidade do Negócio	4	0,8
Padronização	5	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Seguindo a mesma metodologia utilizando a função utilidade, foi realizada a transformação dos valores dos atributos para cada ferramenta, conforme na Tabela 5. As ferramentas escolhidas pelo respondente na qual requeria a necessidade de tomada de decisão e utilizadas para análise foram: *Business Intelligence* (BI), *Customer Relationship Management* (CRM), *Datawarehouse* (DW) e *Enterprise Resource Planning* (ERP), sendo avaliados dois aplicativos de cada fornecedor. Devido as restrições, os sistemas existentes e disponíveis no momento da decisão foram esses para serem escolhidos, utilizando as dimensões e atributos.

Tabela 5: Valores dos atributos para cada ferramenta

Dimensões Atributos Tecno/Ferra		Estratégico		Informacional		Transacional		Infraestrutura	
		Inovação do Produto	Inovação do Processo	Aumento de Controle	Melhor Integração	Corte de Custos	Aumento da capacidade	Flexibilidade do Negócio	Padronização
BI	1	0,8	1	0,8	0,6	0,7	0,3	1	0,8
	2	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,8	0,6
CRM	3	0,4	1	0,8	0,8	0,3	0,7	1	0,6
	4	0,4	0,8	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8	0,6
DW	5	0,6	1	1	1	0,5	0,5	0,6	0,4
	6	0,4	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,2
ERP	7	0,8	1	0,8	1	0,7	0,3	0,8	0,8
	8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,6	0,6

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após, utilizando a equação (01) foi calculado um valor de cada dimensão para as 8 ferramentas distintas com um total de 32 valores. Como os todos os pesos estão na mesma escala e considerando os atributos sendo independentes entre si, somam-se os pesos das 4 dimensões para cada ferramenta, formulando assim um *ranking* das 8 tecnologias (Tabela 6).

Tabela 6: Escores para cada dimensão e escores finais

		Estratégico	Informacional	Transacional	Infra-estrutura	Somatório (pi)
BI	1	0,273333333	0,142857143	0,174	0,177777778	0,767968254
	2	0,213333333	0,142857143	0,162	0,137777778	0,655968254
CRM	3	0,22	0,16	0,126	0,155555556	0,661555556
	4	0,186666667	0,137142857	0,138	0,137777778	0,599587302
DW	5	0,246666667	0,2	0,15	0,097777778	0,694444444
	6	0,186666667	0,16	0,15	0,057777778	0,554444444
ERP	7	0,273333333	0,177142857	0,174	0,16	0,78447619
	8	0,24	0,16	0,186	0,12	0,706

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores dos escores finais são os pesos que serão multiplicados pelas variáveis para que a realização da programação linear seja possível, através da equação (02), conforme o anexo A. Por exemplo, a ferramenta BI 1 foi considerada a variável X1, a BI 2 foi considerada X2 e assim para todas as 8 tecnologias. Ainda, para conseguir os resultados almejados é necessária a formulação de restrições ao modelo, que neste exemplo são de ordem orçamentária. Os custos apontados pelo respondente (Tabela 7) entram como uma restrição a partir do momento que tem que ser menor que o montante destinado a esses investimentos, que no exemplo apresentado foi de R\$ 250.000,00. A outra restrição imposta é para escolher apenas uma ferramenta de cada fornecedor.

Tabela 7: Custos de cada ferramenta

Tecnologia	BI		CRM		DW		ERP	
Ferramenta	1	2	3	4	5	6	7	8
Custo (R\$)	20.000,00	15.000,00	40.000,00	30.000,00	30.000,00	20.000,00	40.000,00	30.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a finalização desse processo, obteve-se como solução para o modelo matemático, utilizando-se o *software* Lindo™, a escolha das ferramentas BI 1, CRM 3, DW 5 e ERP 7, conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8: Demonstração da Resolução no *software* Lindo™

```

max 0.767968254x1 + 0.655968254x2 + 0.661555556x3 + 0.599587302x4 + 0.694444444x5+
0.554444444x6 + 0.78447619x7 + 0.706x8

st
20000x1 + 15000x2 + 40000x3 + 30000x4 + 30000x5 + 20000x6 + 40000x7 + 30000x8 <= 250000

x1 + x2 <= 1
x3 + x4 <= 1
x5 + x6 <= 1
x7 + x8 <= 1
end
integer 8

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 8
OBJECTIVE VALUE = 2.90844440

NEW INTEGER SOLUTION OF 2.90844440 AT BRANCH 0 PIVOT 8
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2.908444

VARIABLE VALUE REDUCED COST
X1 1.000000 -0.767968
X2 0.000000 -0.655968
X3 1.000000 -0.661556
X4 0.000000 -0.599587
X5 1.000000 -0.694444
X6 0.000000 -0.554444
X7 1.000000 -0.784476
X8 0.000000 -0.706000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
2) 120000.000000 0.000000
3) 0.000000 0.000000
4) 0.000000 0.000000
5) 0.000000 0.000000
6) 0.000000 0.000000

NO. ITERATIONS= 8
BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

```

Fonte: Elaborado pelos autores.

6 Conclusões

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de um modelo para selecionar ferramentas de acordo com as dimensões da GPTI (WEILL; BRADBENT, 1998; WEILL; ARAL, 2006; DOLCI, MAÇADA; GRANT, 2014). Para viabilizar esse objetivo foi utilizada a abordagem multicritério com a programação inteira, onde a segunda complementa a primeira ao considerar as restrições ao modelo. Este artigo caracteriza-se como um estudo piloto, onde foi aplicado um único questionário com a finalidade de identificar as dificuldades do respondente, bem como alguns pontos fortes e fracos. Essa aplicação serviu também para testar o funcionamento do modelo em uma organização e não apenas um exemplo ilustrativo.

De acordo com as dimensões da GPTI, o montante financeiro disponível e a condição de escolha de apenas uma ferramenta por fornecedor, o respondente achou o resultado bastante coerente. E ainda, observou que o modelo acarreta uma formalização do processo de tomada de decisão na escolha de tecnologias. Apesar disso, ele teve certa dificuldade em entender a questão referente aos valores dos atributos para cada ferramenta (Tabela 6), e foram necessárias explicações adicionais para o preenchimento. Após essas elucidações o respondente conseguiu mensurar os atributos sem dificuldades.

Em relação às considerações que podem ser analisadas das informações geradas pelo modelo, pode-se constatar que as ferramentas mais caras foram as escolhidas, pois foram as identificadas como as com maiores escores, ou seja, que se esperam os maiores benefícios. Outro fator que influenciou foi o fato de a questão financeira não ser uma restrição efetiva, porque as combinações das ferramentas sempre têm um custo inferior ao montante destinado as mesmas.

É importante ressaltar que o uso da abordagem multicritério foi importante, pois uma simples mensuração levando em conta os atributos daria um resultado completamente diferente. Um exemplo dessa constatação foi o caso da ferramenta DW 6 ser fortemente avaliada nos seus atributos, mas quando ponderada com os graus de importância dos níveis superiores (dos atributos e das dimensões) ficou com valor baixo no *ranking*. Um caso oposto foi o do BI 1 ser fracamente considerado nos atributos, mas com alto valor no *ranking*.

Outra constatação são os valores ponderados serem maiores, na média, na dimensão estratégica, ou seja, os benefícios esperados nas dimensões da GPTI das ferramentas selecionadas devem ser vantagem competitiva e posicionamento no mercado de acordo com Weill e Broadbent (1998). Não esquecendo que esses resultados devem ser analisados pelos gestores das empresas para validar essa escolha. Assim, com esse trabalho se propôs um modelo simples para auxiliar os gestores a escolher as ferramentas mais adequadas as suas necessidades estando de acordo com os benefícios esperados baseados nas dimensões da GPTI. O modelo proposto pode auxiliar os executivos das empresas a melhorar seus investimentos em TI para ficar alinhado com as estratégias das empresas (HENDERSON; VENKATRAMAN, 1993) e devendo seguir a governança de TI existente (HUYGH; HAES, 2018) nas organizações. Entende-se que esse modelo pode ser utilizado por qualquer empresa, independente do tamanho, para avaliar seus investimentos em TI. Pode-se aplicar em qualquer tamanho ou volume de investimento na área de tecnologia, devendo ficar claro os pesos dos atributos e dimensões. Assim, evidenciando a necessidade de discussões e alinhamentos para realizar essas tomadas de decisões. Pode variar pelo momento em que a empresa está ou vivencie no momento em que está sendo tomada a decisão. Recomenda-se, que sempre quando um novo investimento em TI deverá ser feito, uma nova análise dos atributos e dimensões seja realizada.

Como contribuições acadêmicas, avançou-se nesse trabalho no preenchimento das lacunas encontradas na literatura (GUNASEKARAN, NGAI; MCGAUGHEY, 2006; TALLON, KRAEMER; GURBAXANI, 2000; MARTHANDAN; TANG, 2010) sobre como mensurar aspectos não financeiros e intangíveis quando se trata de investimentos em TI. Esses aspectos foram de forma inicial analisados e identificados a partir da percepção do executivo que vai tomar a decisão em que tecnologias vai investir para alcançar os benefícios esperados. Pode-se a partir de benefícios intangíveis, conseguir criar critérios em múltiplas hierarquias para tentar “tangibilizar” as decisões dos gestores a partir das dimensões da GPTI e escolher as ferramentas que mais estão alinhadas com os objetivos da empresa. Além disso, foram combinados diferentes técnicas e métodos de análises que podem auxiliar os executivos a tomarem melhores decisões para alcançar os objetivos desejados.

Como contribuições práticas, a proposta do modelo pode ser uma forma inicial dos executivos analisarem os objetivos que desejam alcançar (infraestrutura, transacionais, informacionais e estratégicos) levando em conta restrições financeiras e condições das tecnologias dos fornecedores.

A utilização da percepção do executivo para combinar da melhor maneira e encontrar um *mix* ótimo de tecnologias a serem investidas pode alavancar as decisões desses executivos e melhorar a gestão dos investimentos em TI considerado um elemento importante e vital para as empresas (DOLCI, MACADA; GRANT, 2014).

Além disso, identificaram-se algumas limitações e a necessidade de pesquisas futuras. Dentro do escopo estabelecido pelo trabalho foram encontradas algumas limitações. A primeira delas refere-se a não explicitação da dificuldade de implementação das ferramentas, ou seja, o sucesso ou não da mesma. Além disso, a escolha das ferramentas pode ser feita com informações adicionais aos benefícios esperados, pode-se levar em consideração outras características, como por exemplo, a habilidade das pessoas da organização na sua utilização. Como forma de melhorar o trabalho e reduzir essas limitações sugere-se algumas alterações a serem feitas em futuras pesquisas.

Uma das propostas é o desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão, baseado no modelo proposto. Deve-se, também, decidir se é melhor realizar uma verificação mais abrangente da importância dos benefícios ou deixar em aberto a escolha desses. Para deixar o modelo mais robusto, podem-se realizar mudanças nas escalas para melhor adequação a realidade da empresa e a definição de uma função utilidade mais realista para cada atributo. Porém se perderia, em parte, a simplicidade e transparência do modelo. Por último, seria bastante interessante testar o modelo com mais empresas e mais pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão para realizar uma análise de sensibilidade. Dessa forma, a proposta do modelo se tornaria uma ferramenta simples e efetiva para o processo decisório de investimentos em tecnologia da informação.

Referências

- BACON, C. J. The use of decision criteria in selecting information systems/technology investments. **MIS Quarterly**, v. 16, n. 3, p. 335-353, 1992.
- BARDHAN, I.; BAGCHI, S.; SOUGSTAD, R. Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. **Journal of Management Information Systems**, v. 21, n. 2, p. 33-60, 2004.
- BELTON, V. A Comparison of the Analytic Hierarchy Process and a Simple Multi-attribute Value Function. **European Journal of Operational Research**, v. 26, n. 1, p. 7-21, 1986.
- BELTON, V.; STEWARD T. **Multiple Criteria Decision Analysis: An integrated approach**. Boston (MA), USA: Kluwer, 2002.
- COOMBS, C. R. When planned IS/IT project benefits are not realized: a study of inhibitors and facilitators to benefits realization. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 2, p. 363-379, 2015.
- DE HAES, S.; VAN GREMBERGEN, W. Exploring the relationship between IT governance practices and business/IT alignment through extreme case analysis in Belgian mid-to-large size financial enterprises. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 22, n. 5, p. 615-637, 2009.
- DOLCI, P. C.; MAÇADA, A. C. G.; GRANT, G. G. IT investment management and information technology portfolio management (ITPM). **Journal of Enterprise Information Management**, v. 27, n. 6, p. 802-816, 2014.
- ECK, R. D. **Operations Research for Business**. Wadsworth: Belmont-California, 1976.

- EDWARDS, W.; NEWMAN, J. **Multiattribute Evaluation**. California: Sage, 1982.
- FREDERICKS, E. Infusing flexibility into business-to-business firms: A contingency theory and resource-based view perspective and practical implications. **Industrial Marketing Management**, v. 34, n. 6, p. 555-565, 2005.
- FRUTOS, J. D.; SANTOS, E. R.; BORENSTEIN, D. Decision support system for product configuration in mass customization environments. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v. 12, n. 2, p. 131-144, 2004.
- GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T.; MCGAUGHEY, R. E. Information technology and systems justification: A review for research and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 173, n. 3, p. 957-983, 2006.
- HENDERSON, J. C.; VENKATRAMAN, N. Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations. **IBM Systems Journal**, v. 32, n. 1, p. 472-484, 1993.
- HUYGH, T.; DE HAES, S. Using the Viable System Model to Study IT Governance Dynamics: Evidence from a Single Case Study. **In: Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences**, 2018.
- JEFFERY, M.; LELEVELD, I. Best practices in IT Portfolio Management. **MIT Sloan Management Review**, v. 45, n. 3, p. 41-49, 2004.
- JIANG, J.; KLEIN, G.; FERNANDEZ, W. From Project Management to Program Management: An Invitation to Investigate Programs Where IT Plays a Significant Role. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 19, n. 1, p. 40-57, 2018.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs**. New York: Wiley, 1976.
- KEEN, P. G. W. **Every Manager's Guide to Information Technology: A glossary of Key terms and concepts for today's leader**. 2.ed. Boston: Harvard Business School Press, 1995.
- KHAZANCHI, S.; LEWIS, M. W.; BOYER, K. K. Innovation-supportive culture: The impact of organizational values on process innovation. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 871-884, 2007.
- KRIGSMAN, M. **ZDNet: Worldwide cost of IT failure (revisited): \$3 trillion**. Disponível em: <http://www.zdnet.com/article/worldwide-cost-of-it-failure-revisited-3-trillion/>. Acesso em: 04 mai. 2015.
- LEE, J. S. IT Project Failure: Causes and Response Strategies. **Wiley Encyclopedia of Management**, 2014.
- LEE, J. W.; KIM, S. H. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. **Computers & Operations Research**, v. 27, n. 4, p. 367-382, 2000.
- LIU, F. C.; HSU, H. T.; YEN, D. C. Technology executives in the changing accounting information Environment: Impact of IFRS Adoption on CIO Compensation. **Information & Management**, v. 55, n. 7, p. 877-889, 2018.
- LUFTMAN, J. Assessing Business-IT Alignment Maturity. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 4, n. 14, p. 1-50, 2000.
- MARTHANDAN, G.; TANG, C. M. Information technology evaluation: issues and challenges. **Journal of Systems and Information Technology**, v. 12, n. 1, p. 37-55, 2010.
- MEDEIROS DA SILVA, E.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional para cursos de Economia, Administração e Ciências Contábeis**. São Paulo: Atlas, 1998.
- NEIROTTI, P.; PAOLUCCI, E. Assessing the strategic value of Information Technology: An analysis on the insurance sector. **Information e Management**, v. 44, n. 6, p. 568-582, 2007.
- NIETO, M. J.; SANTAMARÍA, L. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. **Technovation**, v. 27, n. 6-7, p. 367-377, 2007.

PETERSON, R. Crafting Information Technology Governance. **Information Systems Management**, v. 21, n. 4, p. 7-22, 2004.

SCHNIEDERJANS, M. J.; HAMAKER, J. L.; SCHNIEDERJANS, A. M. Information Technology Investment: Decision-Making Methodology. **World Scientific Publishing Co.** Singapore, 2004.

SENN, J. Debunking the myths of strategic information systems. **Business**, v. 39, n. 4, p. 43-47, 1989.

STATISTA. Information technology (IT) worldwide spending forecast from 2005 to 2021. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/203935/overall-it-spending-worldwide/>. Acesso em: 05 mai. 2018.

TALLON, P.; KRAEMER, K.; GURBAXANI, V. Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology: A Process-oriented Approach. **Journal of MIS (JMIS)**, v. 16, n. 4, p. 137-165, 2000.

TASSEY, G. Standardization in technology-based markets. **Research Policy**, v. 29, n. 4-5, p. 587-602, 2000.

WEILL, P.; ARAL, S. Generating Premium Returns on Your IT Investments. **MIT Sloan Management Review**, v. 47, n. 2, p. 39-48, 2006.

WEILL, P.; BROADBENT, M. **Leveraging the New Infrastructure**: How Market Leaders Capitalize on Information Technology. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

WEILL, P.; OLSON, M. H. Managing investment in information technology: mini case examples and implications. **MIS Quarterly**, v. 13, n. 1, p. 3-17, 1989.

Submetido em: 23.10.2018

Aceito em: 19.06.2020