

MODELO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIOS ENVOLVENDO AS SINERGIAS DE TECNOLOGIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Plínio Marcio da Silva Ramos

Universidade Federal de Pernambuco
Núcleo de Tecnologia – Centro Acadêmico do Agreste
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
plinio.ramos@outlook.com

Josilene Alves Monteiro

Universidade Federal de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro Acadêmico do Agreste
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
josilene-monteiro@hotmail.com

Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima

Universidade Federal de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro Acadêmico do Agreste
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
anapaulahg@hotmail.com

RESUMO

Diante das necessidades no gerenciamento de portfólios de projetos de tecnologia da informação (TI) e sistemas de informação (SI), a sinergia vem como uma opção para otimizar a seleção desses portfólios, visto que os projetos de TI e SI apresentam um grande potencial sinérgico. Dessa forma, este artigo propõe um modelo com agregação aditivo, que se dá pela combinação de um método multicritério com o problema do portfólio. Ainda leva-se em consideração a avaliação de três tipos de sinergias de TI/SI num contexto mais quantitativo, em contraste das avaliações por meio de elicitação das preferências nos projetos, as quais os decisores têm um papel árduo e difícil a ser implementado. Por fim, uma aplicação numérica é feita no sentido de mostrar a viabilidade deste modelo nas tomadas de decisão.

PALAVRAS CHAVE. Tecnologia e Sistemas de Informação, Seleção de Portfólio, Sinergias.

Tópicos (TEL&SI - PO em Telecomunicações e Sistemas de Informações)

ABSTRACT

Faced to the needs in managing portfolios of information technology (IT) and information systems (IS) projects, the synergy comes as an option to optimize the selection of these portfolios, since the IT and IS projects have a great synergetic potential. Thus, this article proposes a model with additive aggregation, which is given by the combination of a multi-criteria method with the portfolio of the problem. It also takes into account the evaluation of three types of IT/IS synergies in a more quantitative context, in contrast of the evaluations through elicitation of preferences on projects, which the decision makers have a hard and difficult role to be implemented. Finally, a numerical application is made in order to show the feasibility of this model when making decisions.

KEYWORDS. Information Technology and Systems, Selection Portfolio, Synergies.

Paper topics (TEL&SI - OR in Telecommunications and Information Systems)

1. Introdução

A tecnologia e os sistemas de informação vêm ao longo das décadas se adaptando de forma rápida às mudanças [Ward 2012]. Esse fato favorece o aumento do uso de TI/SI e o desafio de como gerenciar melhor os projetos de TI/SI, assim como os portfólios formados pelos mesmos, a fim de maximizar seus benefícios com alcance dos objetivos estratégicos e podendo gerar uma vantagem competitiva para a empresa [De Reyck et al. 2005 e Almeida 2012]. Sendo assim, percebe-se a necessidade de gerenciar portfólios de projetos de TI/SI.

Na literatura, Markowitz (1952) apresentou as primeiras contribuições sobre a Teoria Moderna do Portfólio, em que o problema de um investidor é visto como um problema de balanceamento de retorno e risco. O risco pode ser definido em termos da variância do retorno do portfólio, visto que entre as definições existentes, essa tem mais fortes fundamentos matemáticos em comparação com as demais [Tanriverdi e Ruefli 2004]. No contexto da TI/SI, McFarlan (1981) forneceu a base para o gerenciamento de portfólio de projetos de TI/SI, na qual afirma que a seleção de portfólio de projetos de TI/SI deve também empregar uma abordagem baseada no grau de risco. Assim, o princípio de investimento pode ser aplicado tanto à seleção de portfólio financeiro, como à seleção de portfólio de TI/SI, com suas particularidades [Cho e Shaw 2009].

Algumas das complicações relacionadas à seleção de portfólio consistem na previsão sobre os impactos futuros do desenvolvimento de projetos e na determinação de um portfólio que atenda aos interesses muitas vezes conflitantes dos decisores [De Almeida e Duarte 2011].

Na tomada de decisão, a problemática de portfólio não considera apenas as características e o desempenho de um projeto individual, mas também a forma como esses projetos interagem entre si, quando são selecionados para formar um portfólio, verificando como as sinergias afetam o desempenho global do portfólio [Dias 2012]. Nesse sentido, ganha destaque o uso das sinergias de TI/SI pelas empresas na avaliação dos portfólios de projetos de TI/SI [Cho e Shaw 2009 e Cho et al. 2013].

Com base em tal discussão, este trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo para seleção de portfólio de projetos de TI/SI considerando a avaliação de sinergias entre diferentes projetos. O modelo proposto é elaborado através de uma abordagem de agregação aditiva levando em consideração a avaliação de três tipos de sinergias de TI/SI apresentados por Cho e Shaw (2009) e Cho et al. (2013), num contexto mais quantitativo, com o intuito de auxiliar o decisor no processo de tomadas de decisão nas organizações.

Este artigo está dividido em cinco seções, incluindo a introdução. A seção 2 contém o referencial teórico sobre os aspectos sinérgicos de forma geral e especificamente dos projetos de TI/SI, a seção 3 apresenta a proposta do modelo, a seção 4 mostra uma simulação do modelo proposto e os resultados e, para finalizar, a seção 5 traz a conclusão sobre o artigo.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Sinergia

O termo sinergia, na tomada de decisão, vem sendo considerado um tema de interesse para profissionais, organizações e partes interessadas, visto que pode proporcionar benefícios significativos uma vez que carrega a noção de cooperação entre as partes [De Almeida e Duarte 2011 e Lopes e de Almeida 2015a]. Segundo Goold e Campbell (1998), a sinergia refere-se à capacidade de duas ou mais unidades gerar maior retorno trabalhando em conjunto do que trabalhando isoladamente. Nesse sentido, a sinergia entre projetos existe quando o valor do portfólio é maior do que a soma dos valores individuais dos projetos que o compõe [Dias 2012].

Lopes e de Almeida (2015b) afirmam que o uso de sinergias colabora positivamente como uma dimensão de sucesso do portfólio e do negócio, bem como as sinergias são aspectos relevantes que devem ser avaliados no processo de seleção de portfólio em diferentes contextos, pois ampliam positivamente os resultados atingidos pelo portfólio. Desses vários contextos em que a sinergia pode ser aplicada, destaca-se a sinergia entre os projetos de TI/SI [Santhanam e

Kyparisis 1995, Klapka e Piños 2002, Tanriverdi e Venkatraman 2005, Tanriverdi 2006, Cho e Shaw 2009 e Cho et al. 2013].

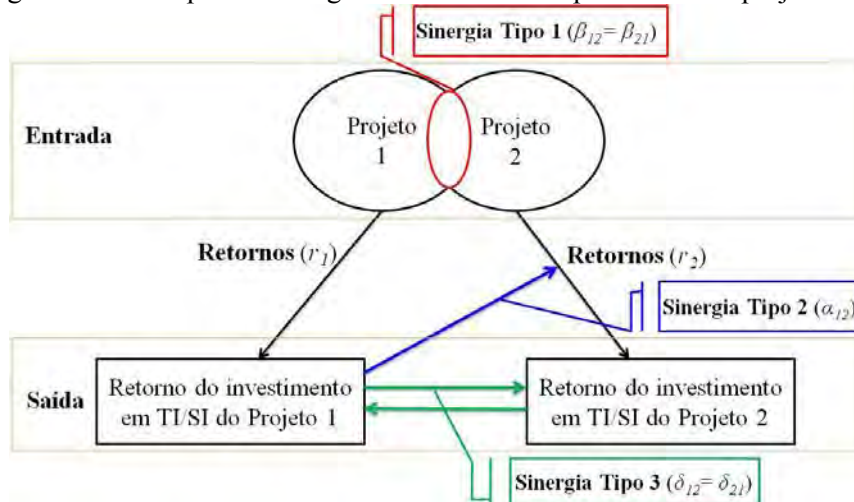
A sinergia de TI/SI pode ser compreendida como o retorno adicional que uma empresa pode conseguir a partir de várias unidades de investimento em TI/SI, que não pode ser obtido a partir de unidades individuais [Cho et al. 2013].

Tanriverdi e Venkatraman (2005) destacam que nas literaturas estratégicas e econômicas o conceito de sinergia é definido em termos de custo sub-aditivo e valor super-aditivo. No que diz respeito à sinergia de TI/SI na seleção de portfólio de projetos de TI/SI, Cho e Shaw (2009) apresentaram uma classificação em três tipos, na qual o termo valor super-aditivo é subdividido em dois. Os tipos são: sinergia de TI de custo sub-aditivo (Tipo 1), sinergia de TI de valor super-aditivo de uma via (Tipo 2) e sinergia de TI de valor super-aditivo de duas vias (Tipo 3). Para desenvolver matematicamente os três tipos de sinergias de TI/SI, a partir do retorno e risco, os autores usam as seguintes definições e notações para dois projetos de TI/SI (i e j):

- x_i : proporção de investimento em TI/SI do projeto i , sobre o investimento total ($i=1, 2$; $0 < x_1, x_2 < 1$; $x_1 + x_2 = 1$);
- r_i : retorno esperado sobre o investimento (ROI) do projeto i quando os dois projetos de TI/SI são avaliados sem qualquer sinergia;
- β_{ij} : parâmetro que se refere ao nível em que os recursos de TI/SI são compartilhados entre os projetos i e j ($\beta_{ij} = \beta_{ji} > 0$);
- α_{ij} : aumento marginal (ou redução) do ROI do projeto j sobre o aumento marginal (ou redução) do valor do projeto i ($\alpha_{ij} > 0$);
- δ_{ij} : percentual máximo de valor adicionado quando os projetos i e j são selecionados através da soma dos retornos de recursos de TI/SI ($\delta_{ij} = \delta_{ji} > 0$);
- ρ_{ij} : correlação entre os ROI's dos projetos i e j ;
- σ_i : desvio-padrão do ROI do projeto i .

Na Figura 1 são representados os três tipos de sinergia de TI/SI em um portfólio formado por dois projetos de investimentos em TI/SI.

Figura 1 – Três tipos de sinergias de TI/SI em um portfólio com projetos 1 e 2



Fonte: Adaptado de Cho e Shaw (2009)

A seguir, é descrito com maiores detalhes cada tipo dessas sinergias, assim como suas respectivas fórmulas para medir o retorno e o risco do portfólio.

2.1.1. Sinergia de TI de custo sub-aditivo (Tipo 1)

A sinergia de TI/SI do Tipo 1 está relacionada à economia de custo quando há partilha de recursos de TI/SI comuns entre os projetos [Tanriverdi 2006 e Cho e Shaw 2009]. Exemplos

desse tipo seriam compartilhamentos de recursos de hardware e software entre diferentes unidades de negócios [Santhanam e Kyparisis 1995].

Cho et al. (2013) comentam que o retorno adicional do portfólio será o montante que a empresa pode economizar através da partilha nas entradas do portfólio, que é dada por $\beta_{ij}x_i x_j$ e que pode ser estimado por especialistas da área. Nesse sentido, $x_i x_j$ refere-se ao nível em que os recursos entre projetos são compartilhados. Então, quando a sinergia de TI/SI do Tipo 1 existe e não existem outros tipos de sinergias, o retorno do portfólio (RT) com dois projetos será:

$$RT = r_1 x_1 + r_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 \quad (1)$$

A raiz da variância do retorno do portfólio com a sinergia de TI/SI do Tipo 1 estará representando o risco do portfólio (RK) que será:

$$RK = [Var(r_1 x_1 + r_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2)]^{1/2}$$

$$RK = [\sigma_1^2 x_1^2 + \sigma_2^2 x_2^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} x_1 x_2]^{1/2} \quad (2)$$

2.1.2. Sinergia de TI de valor super-aditivo de uma via (Tipo 2)

A sinergia de TI/SI do Tipo 2 refere-se ao valor adicionado pela relação de complementaridade entre os projetos, quando o valor intrínseco do primeiro projeto afeta o valor do segundo projeto, porém, esse segundo não influencia o primeiro [Tanriverdi 2006 e Cho e Shaw 2009]. Por exemplo, o aumento do desempenho num sistema de informação é influenciado pelo desempenho do hardware, mas o mesmo não é afetado por esse sistema [Cho e Shaw 2009].

Cho et al. (2013) assumem que na relação entre os projetos i e j de investimento em TI/SI ($i, j=1, 2; i \neq j$), o aumento marginal (ou redução) do ROI do investimento no projeto j sobre o aumento marginal (ou redução) do valor de investimento no projeto i , α_{ij} , pode ser especificado pela empresa, assim como é assumido que $\alpha_{ij} \geq 0$. Quando se tem a sinergia de TI/SI do Tipo 2, a empresa vai obter o retorno adicional de $\alpha_{ij}(r_i x_i) x_j$, com $\alpha_{ij} \neq \alpha_{ji}$.

O retorno do portfólio (RT) de dois projetos de investimento em TI/SI será:

$$RT = r_1 x_1 + r_2 x_2 + \alpha_{12} (r_1 x_1) x_2 \quad (3)$$

E o risco do portfólio (RK) será:

$$RK = [Var(r_1 x_1 + r_2 x_2 + \alpha_{12} (r_1 x_1) x_2)]^{1/2}$$

$$RK = [\sigma_1^2 x_1^2 (1 + \alpha_{12} x_2)^2 + \sigma_2^2 x_2^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 x_1 x_2 (1 + \alpha_{12} x_2)]^{1/2} \quad (4)$$

2.1.3. Sinergia de TI de valor super-aditivo de duas vias (Tipo 3)

No tocante a sinergia de TI/SI do Tipo 3 ocorre quando os projetos são mutuamente beneficiados, ou seja, um projeto de TI/SI contribui com o outro. Por exemplo, sistemas de desenvolvimento de novos produtos, sistemas de atendimento ao cliente e sistemas de marketing podem criar informações e valor adicional através do intercâmbio de dados [Cho e Shaw 2009].

Cho et al. (2013) assumem que na relação entre os projetos i e j de investimento em TI/SI ($i, j=1, 2; i \neq j$), o aumento marginal (ou redução) do ROI do investimento do projeto j sobre o aumento marginal (ou redução) do valor de investimento do projeto i , δ_{ij} , pode ser especificado pela empresa. O retorno adicional do portfólio será o montante que a empresa pode atingir representado por $(\delta_{ij} r_i + \delta_{ji} r_j) x_i x_j$, com $\delta_{ij} = \delta_{ji}$. Então, quando existir a sinergia de TI/SI do Tipo 3 e não existir outros tipos de sinergias, o retorno do portfólio para dois projetos será:

$$RT = r_1 x_1 + r_2 x_2 + (\delta_{12} r_1 + \delta_{21} r_2) x_1 x_2 \quad (5)$$

Já o risco do portfólio será:

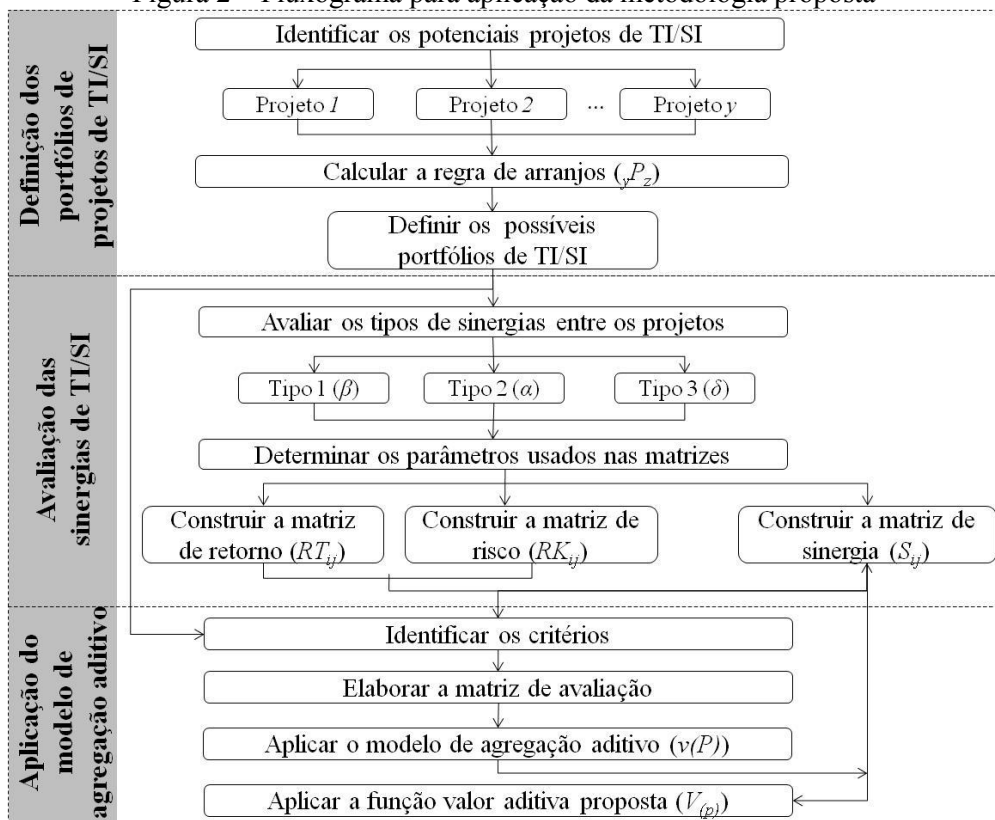
$$RK = [Var(r_1 x_1 + r_2 x_2 + (\delta_{12} r_1 + \delta_{21} r_2) x_1 x_2)]^{1/2}$$

$$RK = [\sigma_1^2 x_1^2 (1 + \delta_{12} x_2)^2 + \sigma_2^2 x_2^2 (1 + \delta_{21} x_1)^2 + 2\sigma_1 \sigma_2 \rho_{12} x_1 x_2 (1 + \delta_{12} x_2)(1 + \delta_{21} x_2)]^{1/2} \quad (6)$$

3. Modelo proposto

O modelo proposto, que tem por objetivo a seleção de portfólios de projetos de TI/SI, apresenta uma abordagem de agregação aditiva com uma função valor que inclui dois aspectos: (1) a aplicação do modelo de agregação aditivo e (2) a avaliação dos três tipos de sinergias de TI/SI entre os diferentes projetos no portfólio. Para isso, a função valor aditiva proposta trata-se de uma adaptação da função objetivo de agregação aditiva proposta por de Almeida e Duarte (2011), a qual é empregada na escolha dos melhores projetos para a formação de um portfólio, de acordo com algumas restrições. Além disso, a consideração dos diferentes tipos de sinergia é avaliada através de uma função de balanceamento de retorno e risco dos projetos, adaptada de Cho et al. (2013). Na Figura 2 é apresentado o fluxograma deste modelo.

Figura 2 – Fluxograma para aplicação da metodologia proposta



Fonte: Este trabalho

A construção deste modelo será apresentada em etapas de acordo com o fluxograma proposto na Figura 2.

3.1. Definição dos portfólios de projetos de TI/SI

Inicialmente, torna-se necessário selecionar entre os projetos de TI/SI da organização, aqueles que poderão ser adicionados aos portfólios. Seja P o conjunto dos portfólios possíveis. Esse conjunto vai ser construído pela regra de arranjos que, segundo Freund (2006), são caracterizados pela natureza e pela ordem dos elementos escolhidos, visto que, neste modelo, os portfólios formados pelos mesmos projetos podem apresentar tipos de sinergias diferentes.

$${}_y P_z = \frac{y!}{(y-z)!} \tag{7}$$

onde, y é o número de projetos potenciais e z o número de projetos em cada portfólio.

Esses portfólios representarão as alternativas a serem avaliadas, para assim ser possível escolher, a partir do modelo proposto, o portfólio com a maior função valor global $V_{(p)}$.

3.2. Avaliação das sinergias de TI/SI

Para estabelecer uma medida da sinergia proporcionada pelos projetos de TI/SI ao portfólio é necessário determinar a contribuição individual acrescentada a cada projeto pela presença conjunta com outros projetos no portfólio. As sinergias são dispostas de acordo com os três tipos de sinergias de TI/SI apresentados anteriormente. De acordo com cada projeto de TI/SI, é preciso estabelecer o nível de sinergia que um projeto tem em relação ao outro, isso para cada portfólio construído, ou seja, nesta etapa são avaliados os valores de β , α e δ . Esse nível de sinergia é avaliado numa escala de 0 a 1. É importante ressaltar que nesse contexto pode existir incompatibilidade entre projetos, esses níveis assumiriam valores negativos, no qual o retorno do portfólio se torna menor que a soma dos retornos individuais, ocasionando uma sinergia negativa [Titah e Barki 2009]. No entanto, no estudo de Cho et al. (2013) não é considerado os valores negativos da sinergia, onde a inexistência da sinergia com resultados positivos resultam em valores de nível 0 na escala de avaliação.

É relevante entender que a sinergia de TI/SI do Tipo 2 e do Tipo 3, conforme representado na Figura 1, estão relacionadas as saídas geradas pelo portfólio podendo assumir apenas um dos dois tipos, pois são mutuamente excludentes [Cho e Shaw 2009].

Em seguida, é necessária a definição dos parâmetros para a obtenção dos resultados das matrizes. Para a construção das matrizes de retorno e risco, é importante compreender que o retorno do portfólio é determinado pelo retorno de projetos de investimento de TI/SI individual juntamente com as sinergias. Já o risco do portfólio, com citado anteriormente, é definido em termos da variância do retorno do portfólio. Portanto, segundo Cho et al. (2013), a construção das matrizes de retorno (RT_{ij}) e de risco (RK_{ij}), do projeto i em relação ao projeto j , podem ser dadas, respectivamente, pelas seguintes equações:

$$RT_{ij} = \sum_{i=1}^z r_i x_i + \sum_{i=1}^z \sum_{j>i}^z \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^z \sum_{j>i}^z \alpha_{ij} (r_i x_i) x_j + \sum_{i=1}^z \sum_{j>i}^z (\delta_{ij} r_i + \delta_{ji} r_j) x_i x_j \quad (8)$$

$$RK_{ij} = [Var(RT_{ij})]^{1/2} \quad (9)$$

Prontamente, para a construção da matriz sinergia neste trabalho, baseada no estudo de Almeida e Duarte (2011) no qual o nível de sinergia, quanto um projeto contribui para o outro, entre os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é avaliado através de uma matriz formada a partir de um processo de elicitación. Sendo assim, ao fazer com que essa matriz de sinergia dos projetos de TI/SI seja formada pelo grau de contribuição dos retornos e riscos gerais que um projeto i tem em relação a um projeto j , a mesma trará uma consideração sinérgica mais quantitativa. Isso contribui para a árdua tarefa do processo de tomada de decisão, mais especificamente em relação aos portfólios de projetos de TI/SI.

Tendo como base a avaliação das sinergias e as matrizes de retorno e risco do portfólio, os elementos da matriz de sinergia $S_{ij}=|s_{ij}|$ vão ser representados por uma função global com a combinação linear de retorno e risco adaptada do modelo proposto por Cho e Shaw (2009):

$$S_{ij} = RT_{ij} + L(RK_0 - RK_{ij}) \quad (10)$$

sendo, L o parâmetro que representam o peso ligado ao risco do portfólio em relação ao retorno do portfólio e RK_0 o nível máximo de risco do portfólio que a organização tem tolerância.

As linhas da matriz (11) representarão níveis de sinergia de todos os outros projetos ao projeto i e as colunas dizem respeito aos níveis de sinergia do projeto j a todos os outros projetos.

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1y} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ s_{y1} & \cdots & s_{yy} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Nessa matriz (11), o fato das contribuições serem em relação ao valor do projeto beneficiado sugere que, para se obter a contribuição adicionada a cada projeto, devem-se utilizar os valores absolutos destas contribuições individuais. Vale ressaltar que este modelo atende à construção de portfólios que incorpora dois projetos, destacando que a sinergia do Tipo 3 impõe obstáculos na avaliação da interdependências de múltiplos projetos no portfólio.

3.3. Aplicação do modelo de agregação aditivo

O modelo de agregação aditivo é um método de Apoio Multicritério a Decisão (AMD) que está classificado como um método de critério único de síntese, que agrega os critérios de forma única em uma função valor global [De Almeida 2013].

Na aplicação desse modelo é obtida a consequência para cada alternativa [De Almeida 2013]. Para este estudo, as alternativas serão representadas pelo conjunto de portfólios (P). Nesse caso, se considera uma função valor $v_k(P)$ para cada critério k , para obtenção da função global $v(P)$:

$$v(P) = \sum_{k=1}^n w_k v_k(P) \quad (12)$$

onde, w_k representa a constante de escala para os n critérios e é normalizado, conforme segue:

$$\sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad (13)$$

3.3.1. Função valor aditiva proposta

Estabelecidas as medidas de valor dos portfólios considerados e as sinergias, é possível obter uma função valor global do conjunto de portfólios de acordo com a equação (14), que corresponde a uma adaptação de Almeida e Duarte (2011).

$$V_{(p)} = \left(\sum_{k=1}^n w_k v_k(P) \right) + v(P) S_{ij} \quad i = 1, \dots, y \text{ e } j = 1, \dots, y \quad (14)$$

A primeira parcela da equação (14) diz respeito à função valor global dos portfólios em relação aos critérios, enquanto que a segunda provém uma combinação entre essa função e a medida da contribuição das sinergias ativas no portfólio. Deseja-se, portanto, maximizar o valor dos portfólios, de modo a escolher a alternativa que tiver o maior valor global $V_{(p)}$.

4. Aplicação numérica

Para esclarecer e demonstrar o modelo proposto apresenta-se uma aplicação numérica, cujos dados são fictícios, porém, seguem uma lógica realista. Neste contexto, considera-se um decisor responsável pela área de tecnologia e sistemas de informação de uma organização, que deseja tomar decisões mais precisas sobre os portfólios de projetos de TI/SI de forma a maximizar os retornos e minimizar os riscos sobre os investimentos.

Nesta aplicação, dentre os potenciais projetos de TI/SI da organização o decisor selecionou cinco projetos (y_1, y_2, y_3, y_4 e y_5) e, em seguida, os portfólios foram formados par-a-par a partir de uma regra de arranjos (equação 7):

$${}_5P_2 = \frac{5!}{(5-2)!}$$

A partir do arranjo, foram formadas vinte alternativas de portfólios a serem avaliadas as sinergias na próxima etapa.

No que tange à avaliação das sinergias de TI/SI, considerando os três tipos de sinergias apresentados anteriormente, foram determinados os valores de β_{ij} , α_{ij} e δ_{ij} , através da avaliação dos portfólios conforme o nível de sinergia que o projeto i tem em relação ao projeto j (Tabela 1).

Tabela 1 – Avaliação dos três tipos de sinergias

	Projetos				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
Sinergia de TI/SI do Tipo 1 (β_{ij})	$\beta_{12}=0,3$	$\beta_{21}=0,3$	$\beta_{31}=0$	$\beta_{41}=0,2$	$\beta_{51}=0$
	$\beta_{13}=0$	$\beta_{23}=0$	$\beta_{32}=0$	$\beta_{42}=0$	$\beta_{52}=0$
	$\beta_{14}=0,2$	$\beta_{24}=0$	$\beta_{34}=0$	$\beta_{43}=0$	$\beta_{53}=0$
	$\beta_{15}=0$	$\beta_{25}=0$	$\beta_{35}=0$	$\beta_{45}=0,1$	$\beta_{54}=0,1$
Sinergia de TI/SI do Tipo 2 (α_{ij})	$\alpha_{12}=0$	$\alpha_{21}=0$	$\alpha_{31}=0,5$	$\alpha_{41}=0$	$\alpha_{51}=0$
	$\alpha_{13}=0$	$\alpha_{23}=0$	$\alpha_{32}=0,5$	$\alpha_{42}=0$	$\alpha_{52}=0$
	$\alpha_{14}=0$	$\alpha_{24}=0$	$\alpha_{34}=0$	$\alpha_{43}=0$	$\alpha_{53}=0$
	$\alpha_{15}=0$	$\alpha_{25}=0,4$	$\alpha_{35}=0$	$\alpha_{45}=0$	$\alpha_{54}=0,6$
Sinergia de TI/SI do Tipo 3 (δ_{ij})	$\delta_{12}=0$	$\delta_{21}=0$	$\delta_{31}=0$	$\delta_{41}=0,4$	$\delta_{51}=0$
	$\delta_{13}=0$	$\delta_{23}=0$	$\delta_{32}=0$	$\delta_{42}=0,3$	$\delta_{52}=0$
	$\delta_{14}=0,4$	$\delta_{24}=0,3$	$\delta_{34}=0$	$\delta_{43}=0$	$\delta_{53}=0$
	$\delta_{15}=0$	$\delta_{25}=0$	$\delta_{35}=0$	$\delta_{45}=0$	$\delta_{54}=0$

Fonte: Este trabalho

A partir da identificação de cada sinergia, juntamente com as porcentagens dos investimentos de cada projeto (x_i) (Tabela 2) e ainda, com os demais parâmetros dos projetos (r_i , σ_i e ρ_{ij}) (Tabela 3), podem-se calcular as matrizes de retorno e de risco.

Tabela 2 – Proporção da unidade de investimento em TI/SI

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0,737	0,263	0	0	0
0,674	0	0,326	0	0
0,558	0	0	0,442	0
0,2	0	0	0	0,8
0	0,496	0,505	0	0
0	0,36	0	0,64	0
0	0,207	0	0	0,793
0	0	0,43	0,57	0
0	0	0,714	0	0,286
0	0	0	0,617	0,383

Fonte: Este trabalho

Tabela 3 – Parâmetros dos projetos

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
Retorno do investimento (r_i)	1,3	4	2,2	3,5	1,9
Desvio padrão (σ_i)	1,1	2,5	1,3	2	1,2
Correlação (ρ_{ij})	$\rho_{12}=0,3$	$\rho_{21}=0,3$	$\rho_{31}=0,1$	$\rho_{41}=0,4$	$\rho_{51}=0,1$
	$\rho_{13}=0,1$	$\rho_{23}=0,1$	$\rho_{32}=0,1$	$\rho_{42}=0,1$	$\rho_{52}=0,1$
	$\rho_{14}=0,4$	$\rho_{24}=0,1$	$\rho_{34}=0,2$	$\rho_{43}=0,2$	$\rho_{53}=0,1$
	$\rho_{15}=0,1$	$\rho_{25}=0,1$	$\rho_{35}=0,1$	$\rho_{45}=0,2$	$\rho_{54}=0,2$

Fonte: Este trabalho

A construção da matriz de retorno do portfólio se dá através da equação (8), que representa a contribuição percebida de retorno em cada portfólio. Para a construção da matriz de risco do portfólio é utilizada a equação (9). Nesta etapa é necessário perceber que a solução de cada risco exige a compreensão sobre cada tipo de sinergia avaliada. Assim, a sinergia de TI/SI do Tipo 1 não afeta em nenhum momento o risco do portfólio, pois o termo $\beta_{ij}x_i x_j$ não está associado a incerteza e, portanto, sua variância é zero. Sendo assim, o risco do portfólio que tem sinergia de TI/SI do Tipo 1 vai ser a mesma que o risco do portfólio sem qualquer sinergia.

Na sinergia de TI/SI do Tipo 2 é necessário perceber que o risco, assim como o retorno, fornecem contribuições diferentes em portfólios que se referem aos mesmos projetos. Sendo assim, é assumido que a empresa pode coletar informações sobre a correlação entre os ROI's das unidades de investimentos, ρ_{ij} , e os desvios padrões dos ROI's, σ_i , conforme já apresentado na Tabela 3. Para a sinergia de TI/SI do Tipo 3, percebe-se que os cálculos dos riscos vão contribuir da mesma maneira nos portfólios que apresentarem os mesmos projetos, visto que $\delta_{ij} = \delta_{ji}$.

Tendo como base os valores das matrizes de retorno e risco, o parâmetro L , que nesta aplicação é 0,3, bem como o nível máximo de risco de cada par de portfólios que a organização tem tolerância (RK_0), disponível na Tabela 4. Foi aplicada a equação (10), obtendo-se assim o balanceamento do retorno e do risco dos portfólios com as sinergias.

Tabela 4 – Risco máximo (RK_0)

	y_1 e y_2	y_1 e y_3	y_1 e y_4	y_1 e y_5	y_2 e y_3	y_2 e y_4	y_2 e y_5	y_3 e y_4	y_3 e y_5	y_4 e y_5
RK_0	1,5	1,1	1,9	1,2	1,9	2,0	1,7	1,5	1,2	1,6

Fonte: Este trabalho

A partir dos resultados obtidos na matriz sinergia, foi avaliado que os pares dos projetos: y_2 e y_5 , y_3 e y_1 , y_3 e y_2 e y_5 e y_4 , apresentam a sinergia de TI/SI do Tipo 2 e, conseqüentemente, o valor de α_{ij} é diferente do valor de α_{ji} , visto que a sinergia estará presente em apenas um via entre os projetos i e j . Portanto, os portfólios a serem analisados como alternativas no método de AMD são aqueles formados pela regra de arranjos, retirando as seis combinações repetidas, totalizando quatorze portfólios.

Para a aplicação do modelo de agregação aditivo foram identificados quatro critérios a serem adotados na avaliação dos portfólios de projetos de TI/SI: Custos Totais (C1), que corresponde ao valor em reais para a implementação de cada portfólio; Tempo de Implementação (C2), que representa o tempo em dias para implementação de determinada alternativa de portfólio; Impacto Estratégico (C3), o qual apresenta a percepção do quanto impactante para a estratégia da organização é a alternativa; e Eficiência no Processamento de Informação (C4), que trata o grau de eficiência percebido entre os projetos em cada alternativa de portfólio. Os critérios C3 e C4 foram avaliados considerando uma escala Likert de cinco pontos: 1- Nenhum, 2- Baixo, 3- Médio, 4- Alto e 5- Altíssimo, conforme o grau de impacto e eficiência das alternativas. Na Tabela 5 é apresentada a matriz com os valores de cada alternativa, ou seja, os quatorzes portfólios de projetos de TI/SI nos respectivos critérios, bem como as constantes de escalas.

Tabela 5 – Matriz de decisão

Alternativas	Critérios			
	C1 (R\$)	C2 (Dias)	C3 (Escala)	C4 (Escala)
w_k	0,39975	0,15324	0,24896	0,19805
P1 (y_1 e y_2)	98.000	110	3	1
P2 (y_1 e y_3)	90.000	100	2	2
P3 (y_1 e y_4)	96.000	130	5	3
P4 (y_1 e y_5)	80.000	150	2	1
P5 (y_2 e y_3)	170.000	110	2	2
P6 (y_2 e y_4)	200.000	140	4	3
P7 (y_2 e y_5)	160.000	160	3	3
P8 (y_3 e y_4)	150.000	130	3	1
P9 (y_3 e y_5)	110.000	150	2	1
P10 (y_4 e y_5)	126.000	180	3	2
P11 (y_3 e y_1)	90.000	100	3	4
P12 (y_3 e y_2)	170.000	110	4	4
P13 (y_5 e y_2)	160.000	160	3	2
P14 (y_5 e y_4)	126.000	180	3	5

Fonte: Este trabalho

Na Tabela 6, após um procedimento de normalização dos critérios, o modelo de agregação aditivo é calculado apresentando os resultados da função valor global $v(P)$.

Tabela 6 – Resultados da função valor global $v(P)$

Alternativas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Função valor global $v(P)$	0,4823	0,5285	0,7104	0,4381	0,2184	0,3197	0,2726	0,2455	0,2564	0,2890	0,7105	0,4834	0,2231	0,4376

Fonte: Este trabalho

Aplicando a função valor global considerando as sinergias, proposto neste estudo, as soluções são apresentadas na Tabela 7. Esses resultados foram obtidos a partir da equação 14, onde a função valor global $v(P)$ é utilizada nas duas parcelas da equação, entretanto, na segunda parcela utiliza-se ainda os valores da matriz sinergia (S_{ij}).

Tabela 7 – Resultados da função valor global $V_{(p)}$

Alternativas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Função valor global $V_{(p)}$	1,5250	1,4038	2,7766	1,2433	0,9229	1,6753	0,9860	0,9773	0,8121	1,1476	1,9700	2,1344	0,7822	1,7944

Fonte: Este trabalho

Por fim, na Tabela 8 é mostrada uma ordem de escolha das alternativas de seleção dos portfólios de projetos de TI/SI, a mesma realiza uma comparação dos resultados da função valor do modelo de agregação aditivo com os resultados da função valor considerando as sinergias entre os projetos de TI/SI. Observa-se que as considerações sinérgicas alteraram a posição de várias alternativas.

Tabela 8 – Comparação entre as ordens dos resultados finais

Função valor global $v(P)$	Função valor considerando as sinergias $V_{(p)}$
P11	P3
P3	P12
P2	P11
P12	P14
P1	P6
P4	P1
P14	P2
P6	P4
P10	P10
P7	P7
P9	P8
P8	P5
P13	P9
P5	P13

Fonte: Este trabalho

Ao comparar os dois resultados, percebe-se que a sinergia de fato tem um grande impacto na escolha de portfólio de projetos de TI/SI. Na função proposta $V_{(p)}$, a alternativa P3, formada pelos projetos y_1 e y_4 , apresenta a melhor opção de escolha dos portfólios, visto que essa alternativa obteve uma boa pontuação nos critérios, podendo ser observado na função valor $v(P)$ na qual se encontra em segundo lugar. Além disso, os projetos dessa alternativa apresentam

sinergias do Tipo 1 e do Tipo 3, o que destaca a importância de considerar as sinergias entre os projetos nas áreas de tecnologias e sistemas de informação. Vale ressaltar que as cinco primeiras alternativas de seleção de portfólios contêm a presença de algum dos tipos de sinergias. Dessa forma, a escolha do decisor seria diferente caso o modelo proposto não houvesse quantificado as sinergias de TI/SI.

5. Conclusão

Enfatizando a necessidade de modelos que auxiliem as escolhas dos decisores referente à gestão de portfólios formados por projetos de TI/SI, a consideração de sinergias consegue proporcionar informações complementares bem como benefícios aos resultados atingidos pelo portfólio com o retorno adicional dos investimentos, através do trabalho conjunto dos projetos. Sendo assim, este estudo propôs um modelo para seleção de portfólio de projetos de TI/SI considerando a avaliação de três tipos de sinergias de TI/SI entre diferentes projetos, para isso, foi utilizado uma abordagem de agregação aditiva em combinação com a avaliação das sinergias.

Como os projetos de TI/SI expressam um potencial sinérgico entre si, foi relevante o acréscimo da segunda parcela na função valor proposta neste estudo, uma vez que a mesma adiciona o nível de sinergia referente aos projetos de TI/SI que constituem os portfólios. Além disso, os três tipos de sinergias conseguem oferecer uma contribuição quanto ao balanceamento dos retornos e riscos procedente dos projetos de TI/SI.

A partir da aplicação numérica do modelo, pode-se perceber que mesmo as preferências do decisor com relação aos critérios apresentando um grande impacto na seleção dos portfólios, o nível de sinergia adicionado traz alterações na solução recomendada quando comparado à utilização do modelo multicritério de agregação aditivo sozinho. Portanto, o modelo proposto oferece às organizações um mecanismo útil para o decisor perceber o ganho adicional ao se considerar a sinergia de TI/SI entre projetos na seleção dos portfólios.

Como limitação, percebe-se que um número grande de projetos na etapa de definição dos portfólios tornaria árdua a aplicação deste modelo por parte do decisor, devido a grande quantidade de portfólios formados. Desenvolvimentos futuros desta pesquisa visam à construção de um modelo que possibilite a definição de portfólios que englobem dois ou mais projetos de TI/SI considerando as sinergias entre estes, assim como a incorporação da sinergia negativa no processo de avaliação.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio fornecido para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

Almeida, J. A. (2012). *Modelo multicritério para seleção de portfólio de projetos de sistemas de informação*. Recife: UFPE, 2012. 115 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, CTG, Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

Cho, W. e Shaw, M. J. (2009). Does IT synergy matter in IT portfolio selection? In *2009 ICIS International Conference on Information Systems Proceedings*, Paper 160, Phoenix. AISeL.

Cho, W., Shaw, M. J. e Kwon D. H. (2013). The effect of synergy enhancement on information technology portfolio selection. *Information Technology and Management*, 14(2):125–142.

De Almeida, A. T. (2013). *Processo de decisão na organização: construindo modelos de decisão multicritério*. São Paulo: Atlas.

De Almeida, A. T. e Duarte, M. D. O. (2011). A multi-criteria decision model for selecting project portfolio with consideration being given to a new concept for synergies. *Pesquisa Operacional*, 31(2):301–318.

De Reyck, B., Grushka-Cockayne, Y., Lockett, M., Calderini, S. R., Moura, M. e Sloper, A. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management*, 23(7):524–537.

Dias, A. F. M. (2012). *Análise de robustez do modelo multicritério aditivo na problemática de portfólio*. Recife: UFPE, 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Freund, J. E. (2006). *Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman.

Goold, M. e Campbell, A. (1998). Desperately seeking synergy. *Harvard Business Review*, 76(5):130–143.

Lopes, Y. G. e De Almeida, A. T. (2015a). Assessment of synergies for selecting a project portfolio in the petroleum industry based on a multi-attribute utility function. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 126:131–140.

Lopes, Y. G. e De Almeida, A. T. (2015b). Avaliação de sinergias e problemas de escala na seleção de portfólio baseada em um modelo multicritério aditivo. In *Anais do XLVII SBPO*, p. 300–311, Porto de Galinhas. SOBRAPO.

Klapka, J e Piños, P. (2002). Decision support system for multicriterial R&D and information systems projects selection. *European Journal of Operational Research*, 140:434–446.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1):77–91.

McFarlan, W. E. (1981). Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review*, 59(5):142–150.

Santhanam, R. e Kyparisis, J. (1995). A multiple criteria decision model for information system project selection. *Computers and Operations Research*, 22(8):807–818.

Tanriverdi, H. (2006). Performance effects of information technology synergies in multibusiness firms. *MIS Quarterly*, 30(1):57–77.

Tanriverdi, H. e Ruefli, T. W. (2004). The role of information technology in risk/return relations of firms. *Journal of the Association for Information Systems*, 5(11-12):421–447.

Tanriverdi, H. e Venkatraman, N. (2005). Knowledge Relatedness and Performance of Multibusiness Firms. *Strategic Management Journal*, 26:97–119.

Titah, R. e Barki, H. (2009). Nonlinearities between attitude and subjective norms in information technology acceptance: a negative synergy? *MIS Quarterly*, 33(4):827–844.

Ward, J. M. (2012). Information systems strategy: quo vadis? *Journal of Strategic Information Systems*, 21(2):165–171.