

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS — UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

RAFAEL HERZER

MÉTODO DE MONITORAMENTO PARA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

SÃO LEOPOLDO
2016

H582m Herzer, Rafael.
Método de monitoramento para gestão de portfólio de produtos
/ Rafael Herzer. – 2016.
75 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos
Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas, 2016.
“Orientador: Prof. Dr. André L. Korzenowski.”

1. Engenharia de produção. 2. Gestão de portfólio de produtos.
3. Resíduos - monitoramento. 4. Modelo de regressão multivariada.
I. Korzenowski, André L.. II. Título.

CDU 658.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Raquel Herbcz França – CRB 10/1795)

Rafael Herzer

MÉTODO DE MONITORAMENTO PARA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção e Sistemas da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos — UNISINOS

Orientador:
Prof. Dr. André L. Korzenowski

São Leopoldo
2016

RAFAEL HERZER

**MÉTODO DE MONITORAMENTO PARA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE
PRODUTOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Produção e Sistemas da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovado em 29 de Fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Carla S. ten Caten – UFRGS

Prof. Dr. Gabriel Vidor – UCS

Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky – UNISINOS

Prof. Dr. Miguel Sellitto
Coordenador Executivo PPG em
Engenharia de Produção e Sistemas

*Nenhum homem realmente produtivo pensa
como se estivesse escrevendo uma dissertação.*
— ALBERT EINSTEIN

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao amigo e professor Nederson pelo incentivo à realização desse mestrado. Certamente este trabalho não existiria se não fossem seus conselhos.

Agradeço ao meu orientador André Korzenowski pela dedicação, confiança e o empenho em me auxiliar nesta jornada. Obrigado por ser aquela pessoa apaixonada pelo que faz, pelas horas de orientação, pelos momentos compartilhados e sobretudo, por ter repassado muitos dos seus conhecimentos. Conhecimentos esses que levarei para vida.

Agradeço a minha família por sempre ter me acolhido. É imprescindível ter um porto seguro para os momentos mais difíceis.

Agradeço aos meus colegas de mestrado pela convivência e amizade construída ao longo desses anos. E em especial aos que nunca desistiram e lutaram bravamente ao meu lado, mestres Gustavo, Thiago e Mariane.

Agradeço ao corpo docente do PPGEPS/UNISINOS, à coordenação do curso, representada pelo prof. dr. Miguel Sellitto, e à secretária Lilian Amorim.

Agradeço ao meu chefe Douglas, pelo incentivo e auxílio nessa trajetória de pesquisa.

Agradeço à CAPES pela bolsa de estudos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo propor um método de monitoramento para gestão de portfólio, o qual, através de um sistema multi-critério e de um modelo econométrico, identifica variações no cenário econômico e em indicadores da empresa sendo então, a partir do monitoramento de resíduos, possível definir o momento exato para alteração de portfólio de produtos. A Gestão de Portfólio de produtos vem atraindo interesse dos gestores das corporações e deste modo, é difícil encontrar alguma organização que não possua uma carteira de produtos e projetos para gerenciar. A Gestão de Portfólio trata das decisões de alocação de recursos e de como ficará a carteira dos produtos atuais, sendo uma ferramenta de extrema importância para o resultado, principalmente financeiro, das organizações. Encontram-se vários métodos na literatura para realizar a Gestão do Portfólio, dentre os quais modelos financeiros, modelos probabilísticos financeiros, modelos de escores e *checklists*, abordagens de hierarquia analítica, abordagens comportamentais e abordagens de mapas ou diagrama de bolhas são os mais relevantes. Mesmo existindo diversos métodos na literatura para realizar a gestão do portfólio, não há consenso sobre qual método deve ser utilizado em cada etapa específica. Esses métodos também necessitam de intervenção dos gestores, levando em consideração que geralmente as informações disponíveis para tomada de decisão não são completas ou exatas. Para este estudo, foi realizado um estudo de simulação Monte Carlo para avaliar a sensibilidade dos diversos elementos que compõem o método. Os resultados mostraram taxas de alarmes falsos e tempo médio para detectar a mudança semelhantes a estudos anteriores. Esse processo de gestão e tomada de decisão é considerado complexo para os gestores das empresas, uma vez que o portfólio necessita ser periodicamente revisado, buscando sempre maximização de valor e equilíbrio ideal de produtos no mercado. Por fim, a aplicação do modelo é ilustrada por um caso real, utilizando dados fornecidos por uma empresa multinacional do segmento agrícola.

Palavras-chave: Gestão de Portfólio de produtos. monitoramento de resíduos. modelo de regressão multivariada. detecção de mudanças. ferramentas estatísticas.

ABSTRACT

Product Portfolio Management is attracting the interest of the managers of the corporations. With the competitiveness of the market, it is difficult to find an organization that does not have a portfolio of products to manage. The Portfolio Management deals with resource allocation decisions and how will the portfolio of current products be composed, being an extremely important tool for the result, especially financial, for the organizations. This process of management and decision making is considered complex to company managers, since the portfolio needs to be periodically revised, always seeking to maximize value and correct balance of products on the market. There are several methods in the literature to perform portfolio management, among which financial models, financial probabilistic models, scores and check-lists models, analytical hierarchy of approaches, behavioral approaches and approaches map or diagram bubbles are the most relevant. While there are several methods in the literature to make the portfolio management, there is no consensus about which method should be used in each specific step. These methods also require the intervention of managers, taking into account that generally available information for decision-making are not complete or accurate. This paper aims to propose a method, which, through a multi-criteria system containing an econometric model, identifies changes in the economic environment and business indicators and then, from the profile monitoring, can set the exact time for change portfolio of products. We performed the Monte Carlo simulation study to assess the sensitivity of the various parts that make up the method. The results showed false alarm rate and mean time to detect changes similar to previous studies. Finally, the application of the model is illustrated by a real case using data provided by a multinational company, agricultural segment.

Keywords: Product Portfolio Management. profile monitoring. multivariate regression model. detecting changes. multicriteria method.

LISTA DE FIGURAS

1	Estrutura da dissertação	26
2	Etapas do modelo proposto	27
3	Método de Monitoramento para Gestão de Portfólio de Produtos	38
4	Gráfico de controle T^2 dos resíduos aplicado em caso real	45
5	Gráfico de controle T^2 para Cada Componente	45
6	Monitoramento do portfólio de produtos	53
7	Aplicação do método TOPSIS	55
8	Resultado do método multicritério	55

LISTA DE TABELAS

1	Estudos para avaliação e seleção de projetos	22
2	<i>ARL</i> e <i>ATS</i> simulados para o gráfico de controle de Hotelling	42
3	Variáveis selecionadas para o modelo de monitoramento	43
4	Autovalores e variância explicada obtidos pela Análise de Componentes Principais	44
5	Valores observados no mês 34 para as variáveis de decisão	53
6	Definição dos critérios para uso no método TOPSIS	54

LISTA DE SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
ACP	Análise de Componentes Principais
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
ARL	<i>Average Run Length</i>
ATS	<i>Average Time to Signal</i>
BCG	<i>Boston Consulting Group</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DEA	Data Envelopment Analysis
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
MCDA	<i>Multi Criteria Decision Analysis</i>
MCDM	<i>Multicriteria Decision Making</i>
RNA	Redes Neurais Artificiais
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Apresentação do tema e problema de pesquisa	19
1.2	Objetivos	20
1.3	Justificativa	21
1.4	Delimitações	23
1.5	Estrutura do trabalho	23
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
2.1	Etapas do Método Proposto	26
2.1.1	Etapa I - Identificação e Seleção das Variáveis	27
2.1.2	Etapa II - Retenção das Principais Variáveis	28
2.1.3	Etapa III - Regressão Multivariada	30
2.1.4	Etapa IV - Monitoramento de Resíduos	31
2.1.5	Etapa V - Método Multicritério para Seleção do Portfólio de Produtos	32
3	MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE RESÍDUOS MULTIVARIADOS: UMA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS	33
3.1	Introdução	33
3.2	Métodos de Gestão de Portfólio	35
3.3	Uma nova proposta para Gestão de Portfólio de Produtos	38
3.3.1	Análise de Componentes Principais (ACP)	39
3.3.2	Modelo de Regressão Linear Multivariado	39
3.3.3	Gráfico de Controle Hotelling T^2	40
3.4	Procedimentos de simulação e resultados	41
3.5	Aplicação do método na avaliação do Portfólio de Produtos de uma empresa de máquinas agrícolas	43
3.6	Considerações finais	46
4	ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS	47
4.1	Introdução	47
4.2	Método de decisão multi-critério	49
4.3	Materiais e métodos	50
4.3.1	TOPSIS	50
4.3.2	Dados de produtos	52
4.3.3	Definição dos critérios	54
4.4	Aplicação do método em um estudo de caso	54
4.5	Considerações finais	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A VARIÁVEIS UTILIZADAS	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do tema e problema de pesquisa

Executivos e gestores utilizam métodos e técnicas de Gestão de Portfólio em suas organizações. Com a crescente competitividade do mercado, é difícil encontrar alguma organização que não se envolva com uma carteira de produtos e projetos (MAYLOR et al., 2006). Desse modo, como parte de suas estratégias de vantagem competitiva, as organizações passaram a dividir o foco das operações com a Gestão de Portfólio (MAYLOR et al., 2006). Gestão de Portfólio é um dos fatores principais do processo de desenvolvimento de produtos, pois determina a forma como se avalia e se atua sobre o conjunto de esforços da empresa durante o desenvolvimento de novos produtos e a manutenção dos produtos correntes. A Gestão de Portfólio trata das decisões de alocação de recursos e de como ficará a carteira dos produtos atuais - Gestão de Portfólio de Produtos - e dos projetos de novos produtos - Gestão de Portfólio de Projetos (ROZENFELD, 2006). Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001) apontam a Gestão de Portfólio como sendo uma ferramenta de extrema importância, pois pode ser utilizada como instrumento de gestão corporativa, de tecnologia, de marketing e vendas, de operações e de produção.

Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999) classificam os métodos de Gestão de Portfólio nas seguintes categorias: modelos financeiros e índices financeiros, modelos probabilísticos financeiros, teoria de opções reais, abordagens estratégicas, modelos de escores e *checklists*, abordagens de hierarquia analítica, abordagens comportamentais e abordagens de mapas ou diagrama de bolhas. Autores como Archer e Ghasemzadeh (1999) ainda adicionam os métodos de abordagens comparativas, abordagens *Ad hoc*, matrizes de portfólio e modelos de otimização. Em estudo sobre as melhores práticas, Cooper, Edgett e Kleinschmidt (2001) identificaram que os executivos seniores apontam diversos motivos para a importância da Gestão de Portfólio: 1) maximizar a produtividade para atingir os objetivos financeiros; 2) manter a posição competitiva do negócio, aumentando vendas e *market share*; 3) alocar adequada e eficientemente os recursos; 4) assegurar a inter-relação entre a seleção de projetos e a estratégia do negócio; 5) garantir o foco na estratégia corporativa; 6) obter balanceamento – projetos de longo prazo e curto prazo, alto risco e baixo risco, alinhados à estratégia do negócio; 7) melhorar a comunicação das prioridades na organização, vertical e horizontalmente.

É através da Gestão de Portfólio que novos projetos de produtos são definidos, assim como revisões, atualizações, e até mesmo as decisões relativas à descontinuidade de produtos que são produzidos e comercializados são tomadas (OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; BURIN NETO et al., 2013; LAPERSONNE, 2013). Esse processo requer análise e revisão constante, ou seja, periodicamente os projetos e a carteira de produtos necessitam ser analisados quanto a sua evolução, resultados e viabilidade de permanência no portfólio da empresa (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). Contudo, a tomada de decisão relacionada ao portfólio de produtos é aspecto considerado fundamental para a gestão

das empresas (JACOBS; SWINK, 2011; MCNALLY; DURMUŞOĞLU; CALANTONE, 2013).

Na literatura, existem diversos métodos que podem ser utilizados para auxiliar na seleção e priorização de projetos, que variam de simples procedimentos de triagem até procedimentos matemáticos sofisticados. No entanto, não há um consenso sobre qual método deve ser utilizado. Além disso, há pouca evidência na literatura sobre o uso prático desses métodos, tendo em vista que a maioria deles podem ser considerados complexos, ou seja, ser de difícil entendimento para os gestores. Além disso, de acordo com os autores, poucos parecem ter sido efetivamente testados em empresas (ARCHER; GHASEMZADEH, 2004; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999; GHASEMZADEH; ARCHER, 2000; HENRIKSEN; TRAYNOR, 1999; LAWSON; LONGHURST; IVEY, 2006; MEREDITH; MANTEL JR, 2011; VERBANO; NOSELLA, 2010; DUTRA; RIBEIRO; CARVALHO, 2014).

Para Rozenfeld (2006), a escolha correta de critérios caracteriza-se por um número reduzido, sem sobreposição, compreensível, claramente mensurável, aplicável, diretamente associados à estratégia e apropriado para o foco do portfólio. Dessa forma, desenvolver um método, de fácil interpretação, com possibilidade de realizar a gestão constante do portfólio de produtos tem papel fundamental na difusão de práticas gerenciais. Um modelo com essas características deve considerar critérios formais e completos, que forneçam informações sobre os aspectos considerados importantes para os tomadores de decisão, de forma clara e objetiva.

Desse modo, a questão principal dessa pesquisa é: Como realizar o gerenciamento do portfólio de produtos considerando fatores macroeconômicos e indicadores da própria organização em um único modelo? Ressalta-se que, a partir da questão proposta, o tema de pesquisa está enquadrado na área de Engenharia Organizacional, subárea Gestão de Projetos, conforme a classificação da ABEPRO (ABEPRO, 2008).

1.2 Objetivos

O objetivo principal dessa pesquisa é apresentar um método de monitoramento para gestão de portfólio de produtos que sinalize, baseado em aspectos macroeconômicos e de desempenho do negócio, que o portfólio deva ser revisado e que ranqueie os produtos para facilitar os gestores na tomada de decisão quanto às ações a serem tomadas em relação ao portfólio de produtos. Para tanto, os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- identificar, dentre as ferramentas estatísticas existentes, os recursos disponíveis para o monitoramento de padrões e detecção de mudanças para ajustar um modelo para monitoramento de portfólio de produtos capaz de sinalizar variações no modelo devido a fatores econômicos internos ou externos da empresa;
- identificar um modelo multicritério para ranqueamento dos produtos contidos no portfólio, para sinalizar quais produtos devem ser priorizados nas tomadas de decisões dos gestores.

1.3 Justificativa

O assunto abordado enquadra-se na área da Gestão de Portfólio de Produtos, que, nos últimos anos, vem atraindo o interesse da comunidade técnica e da alta administração das empresas (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; MAYLOR et al., 2006; LIESIÖ; MILD; SALO, 2007; AMARAL; ARAÚJO, 2009; DUTRA; RIBEIRO; CARVALHO, 2014). Dentro desse tema geral de pesquisa, destacam-se os temas específicos: manutenção da carteira de produtos e as decisões de eliminação do produto, isto é, gestão de portfólio.

Embora seja complexo e dinâmico, o gerenciamento de portfólio de produtos é composto por três áreas de decisão: desenvolvimento de novos produtos e introdução, a manutenção da carteira de produtos existentes e as decisões de eliminação do produto. Mesmo sendo claro que todas as áreas devem estar inter-relacionadas, grande parte dos estudos está ligada a consequências e implicações do tamanho ou composição da carteira de produtos. Portanto, a interação dinâmica de desenvolvimento de produtos, a carteira de manutenção e as metodologias de eliminação dos produtos requerem atenção acadêmica segundo Kuester Sabine; Landauer (2011). Engwall e Jerbrant (2003) reiteram que, apesar do desenvolvimento acadêmico, ainda há pouca evidência das práticas de gestão de portfólio nas organizações. Isso reforça a necessidade de estudos comparativos entre diferentes contextos de multiprojeto, diferentes tipos de portfólio e diferentes restrições.

Trabalhos como o de Koen et al. (2002); Rozenfeld (2006); Kuester Sabine; Landauer (2011) consideram que a tomada de decisão relacionada ao portfólio de produtos é aspecto complexo para a gestão das empresas, pois, além de estar inserido na etapa de pré-desenvolvimento do processo de desenvolvimento de produtos, as suas decisões também estão associadas aos valores políticos nas empresas, o que pode comprometer a otimização das escolhas relacionadas ao portfólio e o bom desempenho desse processo.

No processo de Gestão do Portfólio, geralmente as informações disponíveis para que se possa tomar uma decisão não são completas, gerando incertezas no processo. Para Gorrod (2004); Hubbard (2014), a incerteza associada gera possibilidades de perda ou ganho, ou variação dos resultados desejados e planejados. Pesquisadores têm se dedicado a estudar diferentes métodos de seleção e priorização de projetos, podendo-se citar trabalhos conforme a Tabela 1, na qual os estudos foram agrupados observando os métodos utilizados.

No entanto, as propostas existentes apresentam algumas limitações que inviabilizam a sua utilização prática, como: a exigência de muitos dados de entrada, o tratamento inadequado de risco e incerteza e a impossibilidade de serem utilizadas na forma de um processo organizado (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; MEADE; PRESLEY, 2002; LIESIÖ; MILD; SALO, 2007). Desse modo, a partir da execução deste trabalho, uma contribuição, tanto para o meio acadêmico quanto profissional, será gerada. Do ponto de vista acadêmico, esta dissertação proporciona um modelo alternativo ao uso de métodos para realizar a Gestão de Portfólio de produtos. Esse novo modelo utiliza ferramentas já consolidadas na literatura para criar um mé-

Tabela 1: Estudos para avaliação e seleção de projetos

Referência	Método	Abordagem
Asosheh, Nalchigar e Jamporzmei (2010); Bai et al. (2010); Chan e Ip (2010); Eilat, Golany e Shtub (2006); Eilat, Golany e Shtub (2008)	Balanced scorecard (BSC)	Qualitativa
Henriksen e Traynor (1999)	Desdobramento da função qualidade (QFD)	
Blau et al. (2004); Schelp (2010)	Gráfico de bolhas	
Khorramshahgol, Azani e Gousty (1988); Lee e Kim (2001); Stummer e Heidenberger (2003)	Método Delphi	
Hunt et al. (2008)	Roadmap tecnológico	
Canez e Garfias (2006); Coldrick et al. (2005); Farrukh et al. (2000); Franco e Lord (2011); Henriksen e Traynor (1999); Kumar, Antony e Rae Cho (2009); Loch et al. (2001); Stummer e Heidenberger (2003)	Técnica de escore	Quanti/Qualitativa
Mavrotas, Diakoulaki e Kourentzis (2008)	Árvore de decisão	
Amiri (2010); Dey (2006); Padovani, Carvalho e Muscat (2010); Hsu, Tzeng e Shyu (2003)	Processo Analítico Hierárquico (AHP)	
Halouani, Chabchoub e Martel (2009); Mavrotas, Diakoulaki e Caloghirou (2006)	Método multicriterial Promethee (AHP)	
Büyükköçkan e Öztürkcan (2010); Tohumcu e Karasakal (2010); Lee e Kim (2001); Guneri, Cengiz e Seker (2009)	Processo de Análise de Rede (ANP)	
Bai et al. (2010)	Redes Neurais	Qualitativa
Asosheh, Nalchigar e Jamporzmei (2010)	Métodos probabilísticos	
Blau et al. (2004); Coldrick et al. (2005); Linton, Walsh e Morabito (2002)	Métodos Econômico / Financeiro	
Kyparisis, Gupta e Ip (1996)	Programação dinâmica	
Fang, Chen e Fukushima (2008); Solak et al. (2010); Padovani, Carvalho e Muscat (2010); Chen e Cheng (2009)	Programação inteira	
Gutjahr et al. (2010); Chang e Lee (2012); Lee e Kim (2001)	Programação linear	
Blau et al. (2004); Gutjahr et al. (2010); Padovani, Carvalho e Muscat (2010); Carazo et al. (2010)	Programação não-linear	
Amiri (2010); Bai et al. (2010); Chang e Lee (2012); Ren e Zhang (2008);	Lógica fuzzy	
Badri, Davis e Davis (2001); Khorramshahgol, Azani e Gousty (1988)	Programação por objetivos	
Duarte e Reis (2006)	Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT)	

Fonte: Adaptado de Dutra, Ribeiro e Carvalho (2014)

todo novo, capaz de apresentar resultados de forma prática e rápida. Isso possibilitará a tomada de decisão de forma mais intuitiva, fazendo com que a ação seja coerente com as demandas exigidas. Do ponto de vista prático, a importância reside no fato de obter-se um novo método, que busca apresentar os resultados de forma clara (forma visual/intuitiva), possibilitando a gestores das organizações maior agilidade na tomada de decisão. A praticidade e a facilidade de uso em relação às alternativas propostas na literatura é uma vantagem expressiva. Com o método proposto, somente é necessário acrescentar os dados, podendo esses serem atualizados quando

necessário, sendo o restante do processo calculado de forma automatizada, com pouca ou nenhuma interferência do gestor. Ao gestor somente fica atribuída a interpretação do resultado e futuras ações, caso seja necessário intervir no portfólio.

1.4 Delimitações

A pesquisa concentra-se na etapa de avaliação de projetos no processo de gerenciamento do portfólio, com foco específico na manutenção da carteira de produtos existentes e nas decisões de eliminação de produtos. Dessa maneira não é estudado por completo o modelo de gerenciamento de portfólio das empresas. Isso significa que o detalhamento das atividades necessárias para o adequado cumprimento das demais etapas inerentes à Gestão de Portfólio, tais como priorização do desenvolvimento dos novos projetos da carteira, não são parte do escopo deste trabalho.

O modelo proposto considera a avaliação dos principais critérios encontrados na literatura. Critérios específicos de alguns tipos de projetos e/ou empresas não são considerados, uma vez que se pretende garantir generalidade ao método. Assim, o modelo proposto oferece uma plataforma aberta, facilitando a exclusão ou adição de novos critérios específicos.

O cenário de aplicação do estudo se restringe a empresas que atuam no setor de máquinas agrícolas. Realizou-se um estudo de simulação Monte Carlo para avaliar a sensibilidade das diversas partes que compõem o modelo. Após, utilizou-se o modelo em uma aplicação prática com dados reais de uma empresa multinacional do ramo agrícola. O teste do modelo foi realizado em cenário limitado, restringindo-se apenas a uma família de produtos da empresa. Testes em outros tipos de projetos, famílias e empresas seriam importantes para confirmar a abrangência do modelo proposto, mas não estão incluídos no escopo deste trabalho.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho compreende a entrega dos resultados e evidências decorrentes do processo de pesquisa do mestrado acadêmico. Como resultado desse processo, dois artigos foram desenvolvidos e compõem a dissertação.

A estrutura geral do trabalho é composta pelo Capítulo 1, que traz a Introdução. O Capítulo 2 apresenta o método de pesquisa que sustenta os resultados apresentados, e os Capítulos 3 e 4 apresentam os artigos resultantes do desenvolvimento dessa pesquisa.

O artigo 1 apresenta os conceitos e os principais métodos existentes na literatura para Gestão de Portfólio de produtos. Também propõe um novo método para monitoramento, capaz de sinalizar variações identificando o momento ideal para realizar a revisão no portfólio de produtos. O modelo é validado através de um processo de simulação, e sua performance é avaliada através da aplicação em dados reais de uma empresa multinacional do ramo agrícola.

O artigo 2 utiliza o modelo proposto no artigo 1 para estabelecer um modelo multicritério para ranqueamento dos produtos, tendo como objetivo identificar os melhores produtos do portfólio, levando em consideração critérios pré-estabelecidos. Isso possibilita que os gestores tomem ações necessárias sobre produtos específicos de uma forma clara e direta, facilitando a tomada de decisão. O modelo também foi aplicado com dados reais de uma empresa multinacional do segmento agrícola.

Por fim, as principais conclusões e comentários finais são apresentadas no Capítulo 5. No mesmo capítulo, são apresentadas algumas sugestões para pesquisas futuras.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os métodos de pesquisa buscam apresentar um conjunto de regras e passos, aceitos pela comunidade acadêmica, com a finalidade de construir conhecimento científico em determinada área (LACERDA et al., 2013). Sendo assim, este trabalho será executado sob o enfoque de uma pesquisa aplicada e quantitativa pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos, tendo seus resultados verificados estatisticamente e em uma aplicação real. É também uma pesquisa exploratória experimental, pois visa apresentar um modelo contendo dados reais de uma empresa do ramo agrícola, a fim de identificar os fatores que determinam ou contribuem para a tomada de decisão na gestão de portfólio de produtos (SILVA; MENEZES, 2005; GIL, 2002).

O desenvolvimento do presente trabalho ocorreu em três macro etapas: pesquisa bibliográfica, investigação exploratória e proposta de um método de monitoramento para gestão de portfólio de produtos, sendo que o método proposto completo será apresentado em dois artigos. O levantamento bibliográfico da pesquisa foi efetuado em revistas indexadas nas bases de dados CAPES, Science Direct, EBSCO e Web Of Science, assim como livros nacionais e internacionais. Com a pesquisa bibliográfica, foram identificados os principais procedimentos metodológicos, fornecendo bases para o desenvolvimento dos processos de simulação e para a proposição do método para gestão do portfólio de produtos.

A terceira macroetapa do trabalho, a proposição do método, é composta por etapas, de I a V, conforme descrito a seguir: A etapa I consiste na identificação e seleção das variáveis que serão utilizadas no modelo de monitoramento. Na etapa II, tem-se a aplicação da técnica de componentes principais (ACP) para redimensionamento da base de dados de acompanhamento. Na etapa III, o modelo de regressão multivariado para a obtenção de parâmetros e resíduos é ajustado com os escores obtidos pelo redimensionamento da base de dados da fase anterior. A etapa IV inicia o monitoramento do vetor de resíduos do modelo de regressão multivariado através de carta de controle. A etapa V é disparada, uma vez que o monitoramento tiver sinalizado um ponto fora de controle, isto é, uma alteração significativa no comportamento das variáveis econômicas internas e externas da empresa e que, portanto, faz com que seja necessária alguma ação dos gestores. Um modelo multicritério para segmentação do portfólio é então aplicado.

Conforme descrito no seção 1.5 sobre a estrutura do trabalho, a comunicação dessa pesquisa encontra-se dividida em dois artigos. Ambos os artigos foram desenvolvidos com uma abordagem metodológica de levantamento bibliográfico e pesquisa experimental, sendo que ambos apresentam aplicação em casos práticos. A Figura 1 apresenta, de forma resumida, a estrutura da pesquisa e a relação entre objetivos, método, resultados e contribuições em cada artigo.

O artigo 1 apresenta os conceitos e os principais métodos existentes na literatura para gestão de portfólio de produtos e propõe um novo modelo para monitoramento. O artigo 2 utiliza o modelo proposto no artigo 1 para estabelecer o ranqueamento dos produtos, tendo como objetivo identificar os melhores produtos do portfólio.

Figura 1: Estrutura da dissertação

	Artigo 1	Artigo 2	Dissertação
OBJETIVO	Identificar os métodos existentes e propor um novo para monitoramento de portfólio de produtos capaz de sinalizar variações no modelo. Aplicar esse modelo em dados reais e através de um processo de simulação para avaliar sua performance.	Aplicar um método multicritério para ranqueamento dos produtos contidos no portfólio analisado pelo modelo. Aplicar o modelo em dados reais para avaliar o funcionamento do mesmo.	Propor um método de monitoramento do portfólio de produtos que sinalize, baseado em aspectos macroeconômicos e de desempenho do negócio, que o portfólio de produtos deva ser revisado. Validar por simulação e aplicar em dados reais.
MÉTODO DE PESQUISA	Levantamento bibliográfico e pesquisa experimental	Levantamento bibliográfico e pesquisa experimental	
RESULTADO	Método para identificar o momento exato para realizar a revisão do portfólio	Aplicação do modelo multicritério para ranqueamento dos produtos	Método para identificar e gerenciar o portfólio de produtos para tomada de decisão
CONTRIBUIÇÃO	Novo método para identificar mudanças no portfólio de produtos	Identificação dos produtos a serem revistos no portfólio da empresa	Novo método para gestão e priorização de produtos no portfólio

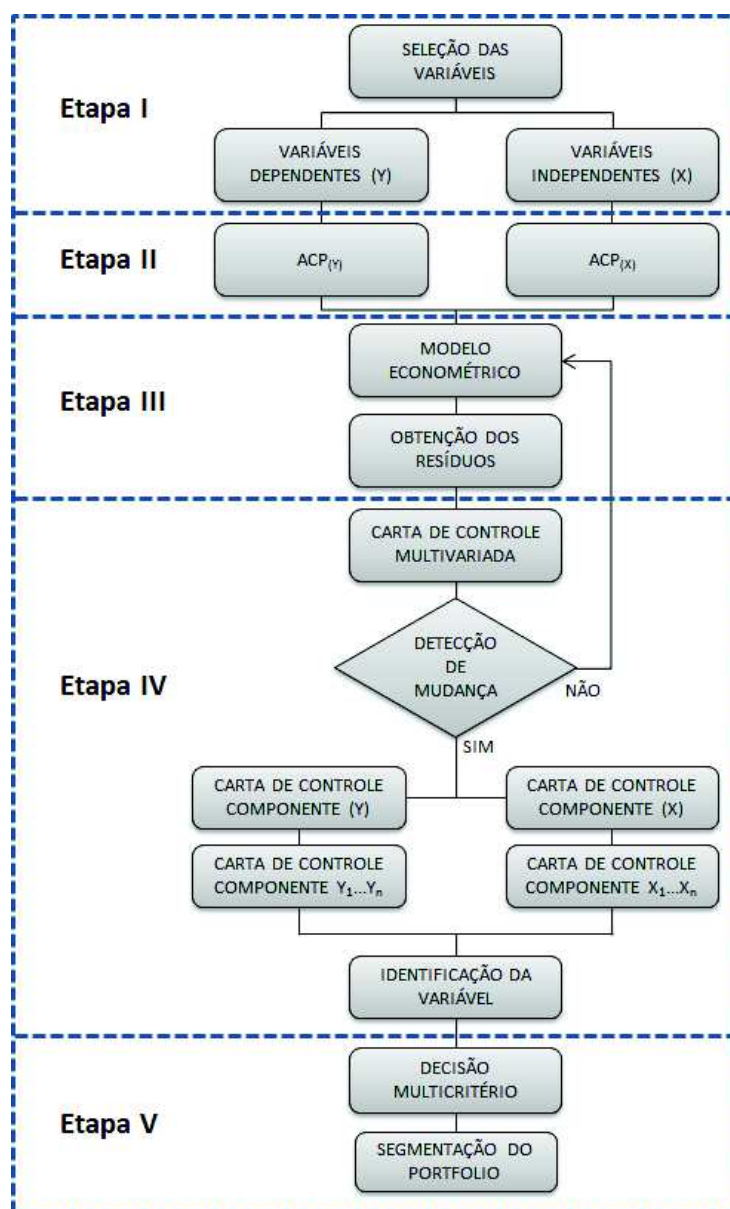
Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, os capítulos 3 e 4 apresentam seções de método de trabalho ou de procedimentos metodológicos que abordam aspectos específicos de cada desenvolvimento.

2.1 Etapas do Método Proposto

O método proposto é composto por 5 etapas distintas que devem ser seguidas, para obter-se como resultado, um método de monitoramento para gestão de portfólio de produtos. A Figura 2 apresenta todas as etapas, assim como as ferramentas que estão presentes em cada passo. Na sequência é apresentado detalhadamente cada processo utilizado em cada etapa, assim como informações pertinentes para que esse método possa ser replicado.

Figura 2: Etapas do modelo proposto



Fonte: Elaborado pelo autor

2.1.1 Etapa I - Identificação e Seleção das Variáveis

Na etapa I é realizada a seleção das variáveis que serão utilizadas no método aqui proposto. As variáveis devem ser divididas em 2 grupos. Variáveis dependentes (Y) e variáveis Independentes (X).

Variáveis Dependentes - são variáveis relacionadas com os indicadores da empresa na qual o portfólio de produto será monitorado. Pode-se citar, como exemplo: custo de produto, valor de garantia, margem, etc.

Variáveis Independentes - são variáveis relacionadas com o cenário econômico em que a empresa está inserida. Como exemplo, pode-se citar: PIB, Taxa Selic, Preço de *commodities*, etc.

Não há limite máximo de variáveis, mas recomenda-se o número mínimo de 4 variáveis por grupo (dependentes e independentes), não sendo necessário o mesmo número de variáveis por grupo. Também não há limite máximo de dados para cada variável. Neste trabalho utiliza-se 8 variáveis dependentes e 9 variáveis independentes, coletadas em um período de 60 meses. As variáveis selecionadas, assim como os 60 meses de dados podem ser encontrados no Apêndice A.

2.1.2 Etapa II - Retenção das Principais Variáveis

Segundo Jolliffe (2002), quando se dispõe de grande número de descritores, é possível que muitos deles sejam redundantes, tornando-se útil a sua eliminação, porque, além de pouco informativos, ocorre acréscimo no trabalho de avaliação e não apresentam informação adicional. Para facilitar as próximas etapas do método proposto, realiza-se a retenção das principais variáveis utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP) como ferramenta para reduzir-se significativamente a complexidade do modelo.. ACP é uma das técnicas utilizadas para reduzir a dimensionalidade. A técnica estatística visa reter o maior número de informações nos primeiros componentes, resultando em uma menor quantidade de dados a serem analisados (HAIR et al., 2006).

Propõe-se a aplicação da ACP nas variáveis dependentes e independentes, separadamente, para reduzir-se significativamente o número da dados que serão utilizados nas etapas seguintes. O número de componentes retidas é definido pelo autovalor. Os componentes que serão retidos são os que possuírem autovalor superiores a um.

A Análise de Componentes Principais é um método multivariado que consiste em transformar um conjunto de p variáveis originais X_1, X_2, \dots, X_p , pertencentes a n indivíduos, em um conjunto de variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_p de dimensões equivalentes. As componentes Y_i obtidas em seguida são combinações lineares das variáveis originais, supostamente não correlacionadas e com variâncias ordenadas. O primeiro componente principal é então a combinação linear das variáveis X_1, X_2, \dots, X_p , conforme equação (2.1) Mardia, Kent e Bibby (1979), Rencher (2003) ou Hair et al. (2006).

$$Y_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \quad (2.1)$$

que varia tanto quanto possível para os indivíduos, sujeitos à condição de que:

$$a_{11}^2 + a_{12}^2, \dots, a_{1p}^2 = 1 \quad (2.2)$$

O segundo componente principal

$$Y_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \quad (2.3)$$

sujeito à restrição de que:

$$a_{21}^2 + a_{22}^2, \dots, a_{2p}^2 = 1 \quad (2.4)$$

e também à condição de que Y_1 e Y_2 tenham correlação zero para os dados. O terceiro componente principal,

$$Y_3 = a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + \dots + a_{3p}X_p \quad (2.5)$$

sujeito à restrição de que:

$$a_{31}^2 + a_{32}^2, \dots, a_{3p}^2 = 1 \quad (2.6)$$

e também que Y_3 seja não correlacionada com ambas Y_1 e Y_2 . Posteriores componentes principais são definidos continuando da mesma maneira. Se existem p variáveis, então existirão no máximo p componentes principais.

Para se usar os resultados de uma análise de componentes principais, não é necessário saber como as equações, para os componentes principais, são obtidas. Entretanto, é útil entender a natureza das equações. De fato, uma análise de componentes principais envolve encontrar os autovalores de uma matriz de covariâncias amostral. A matriz de covariâncias é simétrica e tem a forma conforme apresentada na equação (2.7) :

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & x_{1p} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \cdots & x_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

em que o elemento c_{ii} na diagonal é a variância de X_i e o termo fora da diagonal c_{ij} é a covariância entre as variáveis X_i e X_j .

As variâncias dos componentes principais são os autovalores da matriz \mathbf{C} . Existem p destes autovalores, alguns dos quais podem ser zero. Autovalores negativos não são possíveis para uma matriz de covariância. Assumindo que os autovalores estão ordenados como $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$, então λ_i corresponde ao i -ésimo componente principal

$$Y_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p \quad (2.8)$$

Em particular $Var(Z_1) = \lambda_i$ e as constantes $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}$ são os elementos do correspondente autovetor, escalonado de modo que

$$a_{i1}^2 + a_{i2}^2, \dots, a_{ip}^2 = 1 \quad (2.9)$$

Uma propriedade importante dos autovalores é que a soma deles é igual à soma dos elemen-

tos da diagonal da matriz \mathbf{C} , conforme equação (2.10)

$$\lambda_1 + \lambda_1 + \dots + \lambda_p = c_{11} + c_{22} + \dots + c_{pp} \quad (2.10)$$

Porque c_{ii} é a variância de X_i e λ_i é a variância de Y_i , isto significa que a soma das variâncias dos componentes principais é igual á soma das variâncias das variáveis originais. Portanto, em certo sentido, os componentes principais contam com toda a variação nos dados originais.

A fim de evitar uma ou duas variáveis tendo um indevida influência nos componentes principais, é usual codificar as variáveis X_1, X_2, \dots, X_p para terem médias zero e variâncias um no início de uma análise. A matriz \mathbf{C} então toma forma conforme equação (2.11).

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & c_{12} & \cdots & x_{1p} \\ c_{21} & 1 & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

em que $c_{ij} = c_{ji}$ é a correlação entre X_i e X_j . Em outras palavras, a análise de componentes principais é feita sobre a matriz de correlação. Neste caso, a soma dos termos da diagonal, e, portanto, a soma dos autovalores, é igual a p , o número de variáveis X .

Os passos em uma análise de componentes principais podem agora ser estabelecidos:

a) Comece codificando as variáveis X_1, X_2, \dots, X_p para terem médias zero e variâncias unitárias. isto é usual, mas é omitido em alguns casos em que se assume que a importância das variáveis é refletida em suas variâncias.

b) Calcule a matriz de covariâncias \mathbf{C} . Esta é uma matriz de correlações se o passo 1 foi feito.

c) Encontre os autovalores $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ e os correspondentes autovetores a_1, a_2, \dots, a_p . Os coeficientes do i -ésimo componente principal são então os elementos de a_i , enquanto que λ_i é sua variância.

2.1.3 Etapa III - Regressão Multivariada

A Regressão Linear Múltipla é uma técnica multivariada cuja finalidade principal é obter uma relação matemática entre uma das variáveis estudadas (variável dependente ou resposta) e o restante das variáveis que descrevem o sistema (variáveis independentes ou explicativas). Nesta etapa, utiliza-se as componentes selecionadas pela ACP e realiza-se a regressão multivariada para obter-se os resíduos. Resíduos estes, utilizados na etapa seguinte de monitoramento através de uma carta de controle T^2 .

Na sequência são apresentados os procedimentos para realização da regressão Multivariada:

O modelo de regressão na forma matricial é mostrado na equação (3.1).

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\vec{\beta} + \mathbf{e} \quad (2.12)$$

onde $\vec{\beta}$ é a matriz de coeficientes de regressão, e é a matriz de erro de montagem, que supostamente deve ter uma distribuição descrita pela função normal, independente, com média zero e variabilidade constante, \mathbf{Y} , a matriz de variáveis dependentes, e \mathbf{X} , a matriz de variáveis independentes. Resolvendo $\vec{\beta}$, obtém-se as estimativas de mínimos quadrados ordinários para os parâmetros de regressão, de acordo com a equação (3.2).

$$\hat{\vec{\beta}} = (X'X)^{-1}(X'Y) \quad (2.13)$$

onde \mathbf{X}' é a transposta de \mathbf{X} . Para calcular a inversa de $(X'X)$ é necessário que variáveis independentes não tenham alta relatividade, porque, nessa situação, a matriz $(X'X)$ não pode se tornar inversa e tendo-se maior erro do modelo.

Detalhes sobre regressão multivariada podem ser encontradas em Rencher (2003), assim como uma aplicação prática em Noori et al. (2010).

2.1.4 Etapa IV - Monitoramento de Resíduos

O monitoramento dos resíduos obtidos na etapa III através da regressão multivariada, tem como finalidade detectar alterações nos padrões do modelo, ilustrando o momento exato para análise do portfólio de produtos atuais. O monitoramento é realizado através da utilização de uma carta de controle T^2 de Hottelling.

Uma vez identificado um ponto fora dos limites de controle, realiza-se o monitoramento, também através de uma carta de controle T^2 , nas componentes dependentes e independentes geradas pela ACP, individualmente, a fim de se identificar o responsável pela alteração nos padrões do modelo. Através desse procedimento é possível identificar se a alteração foi proveniente de fatores macroeconômicos, ou de fatores inerentes ao produto, sendo assim possível a tomada de ações necessárias para equilíbrio do modelo.

A estatística para monitoramento do gráfico de controle T^2 é apresentada na equação (2.14), enquanto os limites de controle na Fase 2 são dados nas equações (2.15) e (2.16) (MONTGOMERY, 2007).

$$T^2 = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}) \quad (2.14)$$

$$LSC = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{\alpha, p, m-p} \quad (2.15)$$

$$LIC = 0 \quad (2.16)$$

onde \mathbf{X} é a matriz de variáveis, \mathbf{S} é a matriz de covariância de \mathbf{X} , p é o número de variáveis, m é o número de amostras, e F é o α quantil da distribuição Snedecor p e $m - p$ graus de liberdade. Maiores informações sobre o monitoramento T^2 , inclusive LSC para Fase I, podem

ser encontradas em Montgomery (2007).

2.1.5 Etapa V - Método Multicritério para Seleção do Portfólio de Produtos

A etapa V é disparada, uma vez que o monitoramento tiver sinalizado um ponto fora dos limites de controle, isto é, uma alteração significativa no comportamento das variáveis econômicas, e que, portanto, faz com que seja necessária alguma ação dos gestores. Um modelo multicritério para segmentação do portfólio é então aplicado para obter-se o ranqueamento dos produtos.

O método multicritério utilizado para realizar o ranqueamento dos produtos é o TOPSIS. O TOPSIS constitui uma técnica para avaliar o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal, assumindo como preferencial aquela alternativa que apresente a menor distância em relação à solução idealmente positiva e a maior distância em relação à solução idealmente negativa (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Assumindo que as avaliações em cada critério representam utilidade monotonicamente crescente (para critérios de benefícios) e decrescente (para critérios de ônus), a separação de cada alternativa em relação às soluções ideais (positiva e negativa) é calculada através da soma das distâncias apuradas em cada critério, e a ordenação final das alternativas é definida através de um índice de proximidade que é função das duas medidas de separação (YOON; HWANG, 1995).

Os procedimentos do método TOPSIS iniciam com a construção de uma matriz de dados original, que utiliza critérios de valor para cada alternativa, conforme etapas descritas no Artigo 2.

3 MÉTODO PARA MONITORAMENTO DE RESÍDUOS MULTIVARIADOS: UMA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

RESUMO

Gestores e pesquisadores referem-se à Gestão de Portfólio de produtos como um processo extremamente importante, pois pode ser usado como ferramenta de gestão corporativa. Métodos de Gestão de Portfólio de produtos comumente adotados têm limitações que impedem seu uso na prática, principalmente devido à alta dimensionalidade do problema de selecionar um portfólio ótimo. Além disso, a grande quantidade de dados disponíveis é um problema relevante para aplicações práticas. Assim, a contribuição deste artigo é propor um método para gestão do ciclo de vida do produto, a fim de monitorar os padrões de comportamento de séries temporais. O objetivo é identificar as alterações que possam indicar que a carteira de produtos precisa ser revista. O método propõe relacionar variáveis financeiras associadas à carteira de produtos, o desempenho dos produtos contra a concorrência e até mesmo dados macroeconômicos, utilizando um modelo de regressão multivariada. O objetivo é, por meio do monitoramento de resíduos, identificar o tempo exato para a tomada de decisão na revisão do portfólio. Para efeitos do desenvolvimento de tal método, adotaram-se três ferramentas - análise de componentes principais, modelo de regressão multivariada e monitoramento de resíduos através do gráfico de controle proposto por Hotelling T^2 . Simulação de Monte Carlo para validar o método. Os resultados mostraram taxa de alarmes falsos e tempo médio para sinalizar semelhante a estudos anteriores. Finalmente, a aplicação do modelo é ilustrada em um caso real, utilizando dados fornecidos por uma empresa do ramo agrícola.

Palavras-Chave: Gestão de Portfólio. Controle de Processos. Mix de Produto

3.1 Introdução

Com a crescente competitividade no mercado, é difícil encontrar qualquer organização que não se envolva com um portfólio de produtos e projetos (MAYLOR et al., 2006). Executivos e gestores utilizam métodos e técnicas de Gestão de Portfólio em suas organizações, porque, de acordo com Rozenfeld (2006), portfólio de produtos é o conjunto de produtos que a empresa comercializa ou que está desenvolvendo. Cada novo produto ou projeto pode ser considerado como um negócio que visa alcançar resultados para a empresa.

Como parte das estratégias de vantagem competitiva, as organizações passaram a dirigir o foco das operações para a Gestão de Portfólio de produtos. Ao fazer isso, se defrontaram com o

desafio da gestão, sendo essa responsável por gerenciar todos os projetos e produtos da organização. Nesse sentido, vários autores apontaram a Gestão de Portfólio como sendo um processo extremamente importante porque ele pode ser usado como ferramenta de gestão corporativa, de tecnologia, de marketing e vendas, de operações e de produção. Assim, gerenciamento de portfólio de produtos é um processo de tomada de decisão dinâmico, sendo fundamental para alcançar as metas e objetivos das organizações (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999, 2001; OLIVEIRA et al., 2007; MIGUEL, 2008; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; CASTRO; CARVALHO, 2010; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; LACERDA; ENSSLIN; ROLIM ENSSLIN, 2011; OH; YANG; LEE, 2012; MCNALLY; DURMUŞOĞLU; CALANTONE, 2013).

Miguel (2008), Slack, Chambers e Johnston (2009) e Lacerda, Ensslin e Rolim Ensslin (2011) argumentam que o correto gerenciamento do portfólio de produtos é uma das formas viáveis para manter as corporações de forma competitiva em um mercado em constante mudança e evolução. A decisão de manter ou excluir um item do portfólio resulta em consequências que serão sentidas tanto internamente à organização, como nos setores da manufatura e finanças, quanto externamente, nos setores de marketing. Assim, gerenciar o portfólio de produtos é um processo dinâmico de tomada de decisão, extremamente importante para o bom desempenho e o cumprimento dos objetivos do negócio (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; KAVADIAS; CHAO, 2007; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; BURIN NETO et al., 2013; LAPERSONNE, 2013).

É através da Gestão de Portfólio que novos projetos de produtos são definidos, assim como revisões, atualizações e, até mesmo, as decisões relativas à descontinuidade de produtos que são produzidos e comercializados (OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; BURIN NETO et al., 2013; LAPERSONNE, 2013). Esse processo requer análise e revisão constante, ou seja, periodicamente os projetos e a carteira de produtos necessitam ser analisados quanto a sua evolução, resultados e viabilidade de permanência no portfólio da empresa (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999). Contudo, a tomada de decisão relacionada ao portfólio de produtos é aspecto considerado complexo para a gestão das empresas (JACOBS; SWINK, 2011; MCNALLY; DURMUŞOĞLU; CALANTONE, 2013).

Os métodos de Gestão de Portfólio adotados usualmente apresentam limitações que inviabilizam a sua utilização prática. Como exemplo, tem-se a exigência de muitos dados de entrada, o tratamento inadequado de risco e incerteza, a desconsideração fatores externos à organização, ou a impossibilidade de serem utilizadas na forma de um processo organizado. De fato, poucos métodos parecem ter sido efetivamente testados em empresas. (MEADE; PRESLEY, 2002; ARCHER; GHASEMZADEH, 2004; LAWSON; LONGHURST; IVEY, 2006; LIESIÖ; MILD; SALO, 2007; VERBANO; NOSELLA, 2010; MEREDITH; MANTEL JR, 2011; DUTRA; RIBEIRO; CARVALHO, 2014).

Embora seja complexo e dinâmico, a Gestão de Portfólio de produtos pode ser subdividido em três áreas de decisão: (1) desenvolvimento e introdução de novos produtos, (2) a manutenção

da carteira de produtos existentes e (3) decisões de eliminação do produto. Mesmo sendo claro que todas as áreas devem estar inter-relacionadas, grande parte dos estudos estão ligadas às consequências e implicações do tamanho ou composição da carteira de produtos. Portanto, a interação dinâmica de desenvolvimento de produtos, a manutenção da carteira e as metodologias de eliminação dos produtos requerem atenção acadêmica (KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011).

Os trabalhos de Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999), Hunt et al. (2008), Kahn, Barczak e Moss (2006), McNally et al. (2009) e Coulon et al. (2009) identificaram que as empresas que possuem melhor desempenho em portfólio de produtos são justamente aquelas que adotam mecanismos formais e sistematizados para conduzir essas atividades e que contam com métodos específicos de gestão para auxiliar na tomada de decisão sobre quais produtos devem ser mantidos, desenvolvidos e descontinuados. Dentre os métodos, pode-se destacar os financeiros, pesquisa de mercado, *checklist*, de pontuação, de ranqueamento, mapas, gráficos e diagramas (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; MIKKOLA, 2001; HUNT et al., 2008; COULON et al., 2009; CASTRO; CARVALHO, 2010; MOREIRA; CHENG, 2010; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; JUGEND; SILVA, 2013).

Assim, a proposta de um método de monitoramento do ciclo de vida do produto, a fim de avaliar os padrões de comportamento para identificar alterações que possam indicar que o portfólio deva ser revisto, é a contribuição deste artigo. O método proposto tem por objetivo relacionar informação financeira associada ao portfólio de produtos para os aspectos de desempenho financeiro, o desempenho do produto contra a concorrência e até mesmo dados macroeconômicos. Não foram encontrados na literatura estudos que indiquem propostas similares para Gestão de Portfólio de produtos. A proposta é identificar o momento exato para realizar a revisão do portfólio de produtos, através de um método de monitoramento de resíduos. Essa proposta é extremamente relevante, pois apresenta, em um único modelo, informações de vários segmentos da empresa, como também de dados macroeconômicos. Isso possibilita uma tomada de decisão levando em consideração o maior número de variáveis disponível no processo.

O novo modelo proposto foi avaliado usando dados gerados por simulação de Monte Carlo. Um total de 5000 simulações foram geradas, e os resultados mostram que a taxa de alarmes falsos e tempo médio para sinalizar têm comportamento esperado. Os resultados são, também, comparáveis com os encontrados por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005), mostrando um melhor resultado no tempo médio até a detecção do sinal (ATS). Finalmente, a aplicação do modelo é ilustrada com um caso real, utilizando dados fornecidos por uma empresa do segmento agrícola.

3.2 Métodos de Gestão de Portfólio

A tomada de decisão relacionada à Gestão de Portfólio é aspecto considerado complexo para a gestão das corporações, pois as suas decisões estão associadas aos valores políticos e de poder

da empresa (KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011; WEISSENBERGER-EIBL; TEUFEL, 2011), o que pode comprometer a otimização das escolhas relacionadas ao portfólio e ao bom desempenho (KOEN et al., 2002; MCNALLY et al., 2009; HEISING, 2012). Devido a esse caráter estratégico e complexo, são diversas as pesquisas nacionais e internacionais sobre Gestão de Portfólio de produtos que recomendam a aplicação de mecanismos formais e sistematizados para a sua gestão (ARCHER; GHASEMZADEH, 1999; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999, 2001; MIKKOLA, 2001; HUNT et al., 2008; CASTRO; CARVALHO, 2010; MATHEWS, 2010; OH; YANG; LEE, 2012). Dentre esses métodos, pode-se destacar como mais conhecidos e utilizados os financeiros, de pontuação, de ranqueamento, além dos mapas, gráficos, diagramas, como descrito abaixo:

- **Métodos financeiros**

Métodos financeiros têm o objetivo de maximizar o valor portfólio (KAVADIAS; CHAO, 2007; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010). Os seguintes mecanismos financeiros de avaliação costumam ser citados como adequados: valor presente líquido, valor comercial esperado, taxa interna de retorno, ponto de equilíbrio, *payback* e retorno sobre investimento (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; KAVADIAS; CHAO, 2007; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010). De acordo com Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999) e Hunt et al. (2008), métodos financeiros são muito utilizados pelas corporações para avaliação do portfólio, mas apenas utilizar métodos financeiros nessa gestão pode ser arriscado, isso porque a avaliação financeira, muitas vezes, não consegue realizar exatas previsões de demanda e, tampouco, mensurar de maneira adequada o impacto de determinada inovação tecnológica no produto, principalmente aquelas do tipo radical e orientadas para longo prazo (BLAU et al., 2004; KAVADIAS; CHAO, 2007; HUNT et al., 2008).

- **Métodos de pontuação e de ranqueamento**

Os modelos de pontuação sugerem que os projetos de produtos sejam ranqueados e priorizados de acordo com a média esperada de seu desempenho e conforme respectivos graus de alinhamento com a estratégia de negócio (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 2001; OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010). Os modelos de pontuação requerem o estabelecimento prévio de critérios a serem julgados. Posteriormente, atribuem-se notas a cada um desses critérios. Miguel (2008) recomenda que a equipe multifuncional ou comitê possa ser responsável pela elaboração desses critérios de avaliação de projetos de produtos. Vale notar que o modelo de pontuação traz consigo a subjetividade das notas atribuídas (KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011).

- **Mapas, gráficos e diagramas**

Trabalhos como o de Phaal, Simonse e Den Ouden (2008) e Oliveira e Rozenfeld (2010) vêm chamando atenção para a aplicação dos mapas de produtos, como meio para o cumprimento dos objetivos de balanceamento e de alinhamento estratégico. A construção

desses mapas pode ser realizada mediante a aplicação do método *technology roadmap*, como proposto por Phaal et al. (2003). A adoção de gráficos e diagramas, como os de bolhas e a matriz desenvolvida pela *Boston Consulting Group* - BCG também são recomendados como mecanismos úteis para simultaneamente analisar a relação entre portfólio de produtos com a estratégia da empresa e o balanceamento da carteira de produtos (MIKKOLA, 2001; KAVADIAS; CHAO, 2007; KILLEN, 2013).

Kavadias e Chao (2007); Miguel (2008); Kuester Sabine; Landauer (2011) recomendam que as decisões sobre Gestão de Portfólio, podendo-se utilizar os métodos aqui apresentados, sejam tomadas em momentos de planejamento estratégico ou em períodos mais curtos de tempo que podem ser denominadas de revisões de portfólio. Na pesquisa realizada por Dutra, Ribeiro e Carvalho (2014), pode-se encontrar quadro síntese de todos os principais métodos utilizados, assim como as referências dos principais trabalhos sobre o tema já realizados.

Weissenberger-Eibl e Teufel (2011) e Jonas (2010) apontam que uma das principais causas de insucesso no gerenciamento do portfólio ocorre justamente devido a falhas gerenciais presentes nas atividades do planejamento do portfólio de produtos. Argouslidis e Baltas (2007) e Oghojafor, Aduloju e Olowokudejo (2012) também constataram que muitos pesquisadores e profissionais se dedicam ao desenvolvimento ou à fase inicial do ciclo de vida do produto. Entretanto, o processo de gerenciamento de produtos correntes, ou seja, a fase final do ciclo de vida de um projeto, não tem recebido a mesma atenção dos autores. (ENGWALL; JERBRANT, 2003; KUESTER SABINE; LANDAUER, 2011).

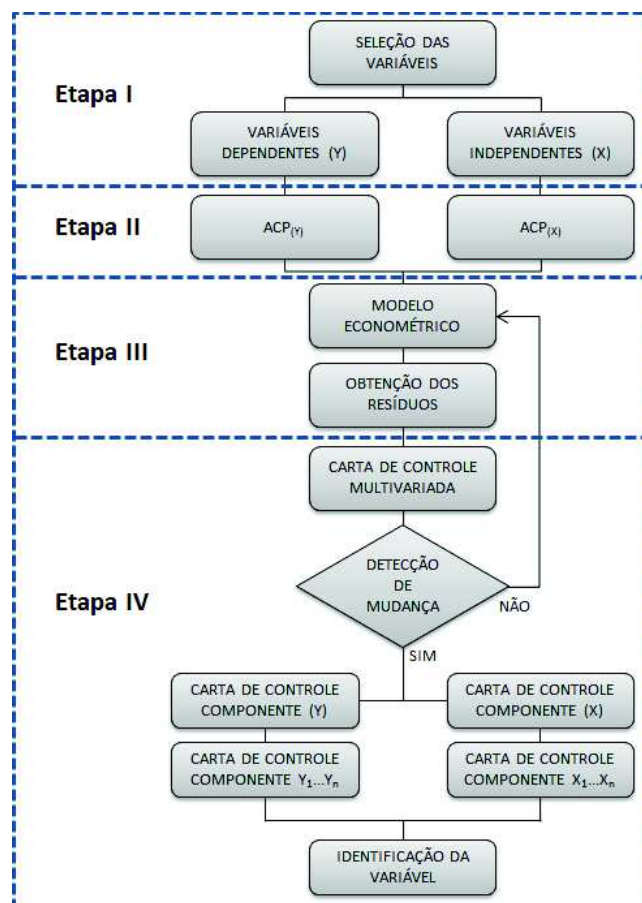
Na literatura, existem diversos métodos que podem ser utilizados para auxiliar na seleção e priorização de projetos, que variam de simples procedimentos de triagem até procedimentos matemáticos sofisticados, conforme apresentado anteriormente. No entanto, não há consenso sobre quais os melhores e mais eficazes. Além disso, há pouca evidência na literatura sobre o uso prático desses métodos, tendo em vista que a maioria deles, podem ser considerados complexos, ou seja, podendo ser de difícil entendimento para os gestores, e poucos parecem ter sido efetivamente testados em empresas (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999; HENRIKSEN; TRAYNOR, 1999; GHASEMZADEH; ARCHER, 2000; ARCHER; GHASEMZADEH, 2004; LAWSON; LONGHURST; IVEY, 2006; VERBANO; NOSELLA, 2010; MEREDITH; MANTEL JR, 2011; DUTRA; RIBEIRO; CARVALHO, 2014).

Para Rajegopal, Waller e McGuin (2007), a escolha correta de critérios no gerenciamento do portfólio, caracteriza-se por um número reduzido, sem sobreposição, compreensível, claramente mensurável, aplicável, diretamente ligados à estratégia e o foco do portfólio. Dessa forma, desenvolver um método de fácil interpretação, com possibilidade de realizar a gestão constante do portfólio de produtos tem papel fundamental na difusão de práticas.

3.3 Uma nova proposta para Gestão de Portfólio de Produtos

O novo método de monitoramento para a Gestão de Portfólio de produtos é composto por resíduos de regressão multivariada, fornecidos por um modelo de monitoramento de dados econômicos, reduzido por meio de análise de componentes principais - ACP. O lado esquerdo de regressão é constituído por indicadores de desempenho do produto. Por outro lado, na direita estão os indicadores macroeconômicos, como os preços das *commodities*, taxa de câmbio, inflação, etc. O sistema de detecção de mudança e monitoramento de padrões consiste na aplicação de uma carta Hotelling T^2 nos resíduos gerados na regressão multivariada. O sinal produzido pelo gráfico de controle indica o tempo específico para revisão em um ou mais indicadores. Isso representa que o desempenho do portfólio de produtos ou mudanças no cenário econômico devam ser tratados no plano estratégico de negócios da empresa. O método proposto é apresentado na Figura 3.

Figura 3: Método de Monitoramento para Gestão de Portfólio de Produtos



Fonte: Elaborado pelo autor

O método proposto é dividido em quatro etapas de execução.

A Etapa I é composta pela identificação e seleção das variáveis. Na Etapa II, aplicação da técnica de componentes principais (ACP) para redimensionamento da base de dados de acompanhamento. Um modelo de regressão multivariada é ajustada para obter os resíduos (Etapa III)

para monitoramento no gráfico de controle, a ser realizada na Etapa IV.

O modelo proposto não considera critérios específicos de alguns tipos de projetos e/ou empresas, uma vez que se pretende garantir generalidade ao método. Assim, o modelo oferece uma plataforma aberta, facilitando a exclusão ou adição de novos critérios específicos. Uma visão geral das técnicas utilizadas no método proposto é apresentada na próxima seção.

3.3.1 Análise de Componentes Principais (ACP)

Segundo Jolliffe (2002), quando se dispõe de grande número de descritores, é possível que muitos deles sejam redundantes, tornando-se útil a sua eliminação, porque, além de pouco informativos, ocorre acréscimo no trabalho de avaliação e não apresentam informação adicional. ACP é uma das técnicas utilizadas para reduzir a dimensionalidade. A técnica estatística visa reter o maior número de informações nos primeiros componentes, resultando em uma menor quantidade de dados a serem analisados (HAIR et al., 2006).

A Análise de Componentes Principais é um método multivariado que consiste em transformar um conjunto de p variáveis originais X_1, X_2, \dots, X_p , pertencentes a n indivíduos, em um conjunto de variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_p de dimensões equivalentes. As componentes Y_i obtidas em seguida são combinações lineares das variáveis originais, supostamente não correlacionadas e com variâncias ordenadas. Com base no princípio de que a importância ou variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último, tem-se que os últimos componentes explicam uma fração muito pequena da variância total. Assim, a variável de menor coeficiente no componente de menor autovalor deve ser a menos importante para explicar a variância total e, portanto, passível de descarte. Uma explicação mais detalhada de todo o método ACP pode ser encontrada em Mardia, Kent e Bibby (1979), Rencher (2003) ou Hair et al. (2006).

No método proposto, as variáveis são divididas entre variáveis dependentes (Y) e independentes (X), sendo que Y são indicadores do produto que será analisado, e X , os dados macroeconômicos onde o negócio está inserido. Não há limite máximo de variáveis selecionadas, tendo em vista que, para facilitar o modelo, utiliza-se análise de componentes principais para reduzir-se significativamente a complexidade do modelo. Propõe-se a aplicação da ACP nas variáveis dependentes e independentes para reduzir-se significativamente o número de dados que serão utilizados nas etapas seguintes. O número de componentes retidas é definido pelo autovalor. Os componentes que serão retidos são os que possuem autovalor superiores a um.

3.3.2 Modelo de Regressão Linear Multivariado

A Regressão Linear Múltipla é uma técnica multivariada cuja finalidade principal é obter uma relação matemática entre uma das variáveis estudadas (variável dependente ou resposta) e o restante das variáveis que descrevem o sistema (variáveis independentes ou explicativas). O

modelo de regressão na forma matricial é mostrado na equação (3.1).

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\vec{\beta} + \mathbf{e} \quad (3.1)$$

onde $\vec{\beta}$ é a matriz de coeficientes de regressão, e é a matriz de erro de montagem, que supostamente deve ter uma distribuição descrita pela função normal, independente, com média zero e variabilidade constante, \mathbf{Y} , a matriz de variáveis dependentes, e \mathbf{X} , a matriz de variáveis independentes. Resolvendo $\vec{\beta}$, obtém-se as estimativas de mínimos quadrados ordinários para os parâmetros de regressão, de acordo com a equação (3.2).

$$\hat{\vec{\beta}} = (X'X)^{-1}(X'Y) \quad (3.2)$$

onde \mathbf{X}' é a transposta de \mathbf{X} . Para calcular a inversa de $(X'X)$ é necessário que variáveis independentes não tenham alta relatividade, porque, nessa situação, a matriz $(X'X)$ não pode se tornar inversa e tendo-se maior erro do modelo. Para resolver esse problema, deve-se remover a multicolinearidade entre as variáveis com a utilização da ACP. Mais informações sobre regressão multivariada podem ser encontradas em Rencher (2003), assim como uma aplicação prática em Noori et al. (2010).

Após a obtenção dos componentes, um modelo de causa e efeito é construído utilizando o método da regressão multivariada. Assim, os resíduos obtidos serão usados para monitorar o portfólio de produtos em um gráfico de controle multivariado. Essa técnica já é aplicada em vários estudos como: Woodall e Montgomery (2014), Hosseinifard, Abdollahian e Zeepongsekul (2011) e Jeong, Kim e Ko (2013).

3.3.3 Gráfico de Controle Hotelling T^2

Para controlar a qualidade de um produto, Montgomery (2007) afirma que é necessária a identificação e a medição das variações ocorridas no processo por meio dos gráficos de controle, que são ferramentas úteis para a avaliação do estado de controle estatístico do processo. Estes gráficos são utilizados para determinar se variações que ocorrem são devidas a causas atribuíveis ou por razões aleatórias. A eficácia de um gráfico de controle é medida pela velocidade com a qual esse dispositivo detecta alterações no processo e pela sua taxa de alarmes falsos.

Os gráficos de controle multivariados são mais uma alternativa para controlar o processo, principalmente quando se quer controlar vários fatores do processo e várias características do produto combinadas em um único gráfico. O gráfico de controle mais conhecido é o T^2 , originalmente proposto por Hotelling (1947) e que o aplicou pela primeira vez em dados de bombas na Segunda Guerra Mundial. A finalidade do gráfico T^2 é avaliar se as diversas variáveis estão simultaneamente no controle. Nesse tipo de gráfico, mostram-se as estatísticas de duas ou mais variáveis de medida relacionadas. Num gráfico multivariado, verifica-se como diversas variáveis, conjuntamente, podem influenciar em um processo ou em um resultado (MONTGO-

MERY, 2007).

A estatística para monitoramento do gráfico de controle T^2 é apresentada na equação (3.3), enquanto os limites de controle na Fase 2 são dados nas equações (3.4) e (3.5). Maiores informações sobre o monitoramento T^2 , inclusive o cálculo para o limite superior de controle (LSC) para Fase I, podem ser encontradas em Montgomery (2007).

$$T^2 = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}) \quad (3.3)$$

$$LSC = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{\alpha, p, m-p} \quad (3.4)$$

$$LIC = 0 \quad (3.5)$$

onde \mathbf{X} é a matriz de variáveis, \mathbf{S} é a matriz de covariância de \mathbf{X} , p é o número de variáveis, m é o número de amostras, e F é o α quantil da distribuição Snedecor p e $m - p$ graus de liberdade.

3.4 Procedimentos de simulação e resultados

A fim de avaliar o desempenho do processo proposto, um total de 5000 corridas foram geradas a partir de uma distribuição normal multivariada por simulação de Monte Carlo. O *warm-up* da simulação foram os dados de corrida até o primeiro sinal, sendo o tamanho desta primeira corrida desconsiderado nas análises. Os dados utilizados nas simulações foram gerados utilizando parâmetros populacionais estimados a partir de dados históricos de uma empresa multinacional do segmento agrícola. O objetivo da simulação foi modelar apenas o comportamento operacional e testar eventuais desvios futuros desse modelo (MACGREGOR; KOURTI, 1995).

O LSC para o gráfico de controle T^2 foi inicializado com $LSC = 14.00$ por simulação para obter-se o ARL de aproximadamente 200, quando o processo está sobre controle, afim de poder-se comparar os resultados com os obtidos por (VILLALOBOS; MUNOZ; GUTIERREZ, 2005). O mesmo processo de simulação para encontrar o ARL foi realizado por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005), que utilizaram $LSC = 12.85$ e obtiveram um $ARL = 201.0598$. Este ARL significa um erro alfa (nível de significância) de $\alpha = 0.005$.

O ARL foi obtido através da equação (3.6),

$$ARL = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^k I_{j\{T^2: T^2 < LSC \mid \mu = \mu_0\}} \right)}{N} \quad (3.6)$$

onde N é o número de corridas simuladas, k é o ponto no tempo em que o gráfico mostra um sinal, T^2 é o monitoramento estatístico, LSC é o limite superior de controle, dado pela equação (3.4), I_j é uma variável indicadora que mostra quando o ponto está sob controle e

$j = 1, 2, \dots, k$.

Uma mudança de tamanho δ foi inserida no processo, para um estado fora de controle ($\mu = \mu_0 + \delta$) para avaliar o tempo médio até a detecção do sinal (*ATS*). Uma vez que as variáveis \mathbf{X} são independentes, uma mudança média foi simulada no conjunto de variáveis dependentes $\mathbf{Y} = f(\mathbf{X})$ pela simples adição de um vetor de constantes em \mathbf{Y} , tal como foi previamente realizado por Gonzalez e Sanchez (2008). Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005) inseriram uma mudança em apenas uma variável. A simulação inclui mudança em apenas uma variável e, posteriormente, em todo o conjunto de \mathbf{Y} variáveis para testar o procedimento. *ATS* foi obtido através da Equação (3.7).

$$ATS(\delta) = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\sum_k^l I_{k\{T^2:T^2 < LSC \mid \mu=\mu_0+\delta\}} \right)}{N} \quad (3.7)$$

onde N é o número de corridas simuladas, T^2 é o monitoramento estatístico, LSC é o limite superior de controle, dado pela equação (3.4), I_k é uma variável indicadora que mostra quando o ponto está sob controle, $k = t, t + 1, t + 2, \dots, l$, t é o momento em que a mudança foi introduzida, e l é o tempo em que ocorre o sinal. Os resultados encontrados por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005), assim como os resultados aqui simulados, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: *ARL* e *ATS* simulados para o gráfico de controle de Hotelling

Medidas	Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005)	Uma variável Y fora de controle	Todas variáveis Y fora de controle
LSC	12.85	14.00	14.00
<i>ARL</i> / <i>ATS</i> (δ)	201.0598	209.5086	210.5792
0.5	132.5168	86.9826	51.5891
1.0	52.7745	19.3600	7.3604
1.5	20.3010	5.2402	2.1452
2.0	9.0323	2.2240	1.2488
3.0	2.5807	1.1392	1.0082

Fonte: Elaborado pelo autor

O procedimento de controle proposto encontrou um alarme falso a cada 209/210 meses em média. Essa diferença deve-se ao processo de simulação. Esses resultados são comparáveis com os encontrados por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005). Quando uma mudança foi inserida em um dos componentes, o *ATS* declina rapidamente. Isso também ocorre quando uma mudança é inserida em todos os componentes, conforme esperado. Contudo, esses resultados diminuem mais rapidamente em comparação com aqueles apresentados por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005). Por exemplo, utilizando a abordagem proposta, após uma mudança $\delta = 2\sigma$, o procedimento leva apenas dois meses em média para detectar, conforme apresentado na Tabela 2.

3.5 Aplicação do método na avaliação do Portfólio de Produtos de uma empresa de máquinas agrícolas

O modelo proposto foi aplicado em uma indústria multinacional de equipamentos agrícolas e o modelo foi ajustado em um cenário limitado, restrito a uma família de produtos. Conforme estudos de Argouslidis e Baltas (2007), é importante considerar as condições de mercado em que o produto ou serviço proposto está inserido, assim como os custos e indicadores da empresa. Partindo dessa informação, com o auxílio de especialista do setor, foram selecionados 17 indicadores, em um período de 60 meses, sendo classificados como variáveis independentes indicadores do cenário econômico/agrícola e variáveis dependentes os indicadores da empresa estudada, conforme apresentados na Tabela 3.

Os especialistas do setor entrevistados possuem no mínimo 5 anos de atuação no ramo da empresa estudada, assim como selecionou-se especialistas das principais áreas, marketing, engenharia, financeiro, inteligência de mercado para obter-se o maior número de variáveis possíveis a serem utilizadas no método proposto.

Tabela 3: Variáveis selecionadas para o modelo de monitoramento

Variáveis independentes (X)	Variáveis dependentes (Y)
PIB	Custo Produto 1
Preço Soja	Custo Produto 2
Preço Milho	Margem Produto 1
Dólar (US\$)	Margem Produto 2
IPCA-Alimentos	Volume empresa P1
Taxa Selic	Volume empresa P2
Chuva (Dourados)	Garantia Produto 1
Volume indústria P1	Garantia Produto 2
Volume indústria P2	

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados das variáveis independentes, como *PIB*, *Dólar*, *IPCA-Alimentos*¹ e *Taxa Selic*, foram obtidos através do *site* do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA-Brasil). IPEA é o departamento oficial de dados econômicos e financeiros do Brasil na série de taxas anuais, mensais e diárias. Os valores dos indicadores foram convertidos nos seus valores presentes, a fim de remover os efeitos de inflação.

As variáveis relacionadas com as *commodities* agrícolas - *Preço da Soja* e do *Milho* e também *Chuva (Dourados)* - foram obtidas através do *site* da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). CONAB é uma empresa estatal brasileira, no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, responsável pelos índices agrícolas. O volume industrial foi obtido através do *site* da Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (Abimaq).

Os dados da variável dependente foram coletados em uma empresa multinacional do ramo agrícola, sendo que todas as variáveis disponíveis, assim como todo histórico de dados, foram

¹Índice de inflação de alimentos no Brasil

utilizadas nesse estudo (total de 8 variáveis coletadas no período de 60 meses).

Duas ACPs foram realizadas, uma em cada lado da equação, e três componentes foram mantidas de acordo com critérios predefinidos no modelo proposto. A Tabela 4 mostra os autovalores obtidos para as variáveis independentes e dependentes, bem como a variância de cada um dos componentes após a aplicação do método de ACP. Autovalores maiores que um foram selecionados, o que representa 68,15% da variância total explicada entre as variáveis independentes, e 69,39% entre as variáveis dependentes.

Tabela 4: Autovalores e variância explicada obtidos pela Análise de Componentes Principais

Variáveis independentes			Variáveis dependentes		
Autovalor	Variância Explicada	Variância Acumulada	Autovalor	Variância Explicada	Variância Acumulada
2,845	31,61%	31,61%	2,396	29,95%	29,95%
1,928	21,42%	53,03%	1,785	22,32%	52,27%
1,361	15,12%	68,15%	1,370	17,12%	69,39%
0,996	11,59%	79,74%	0,998	12,64%	82,03%
0,847	9,41%	89,15%	0,482	6,03%	88,06%
0,449	4,99%	94,14%	0,471	5,89%	93,95%
0,252	2,80%	96,94%	0,304	3,79%	97,74%
0,173	1,92%	98,86%	0,180	2,25%	100%
0,102	1,14%	100%			

Fonte: Elaborado pelo autor

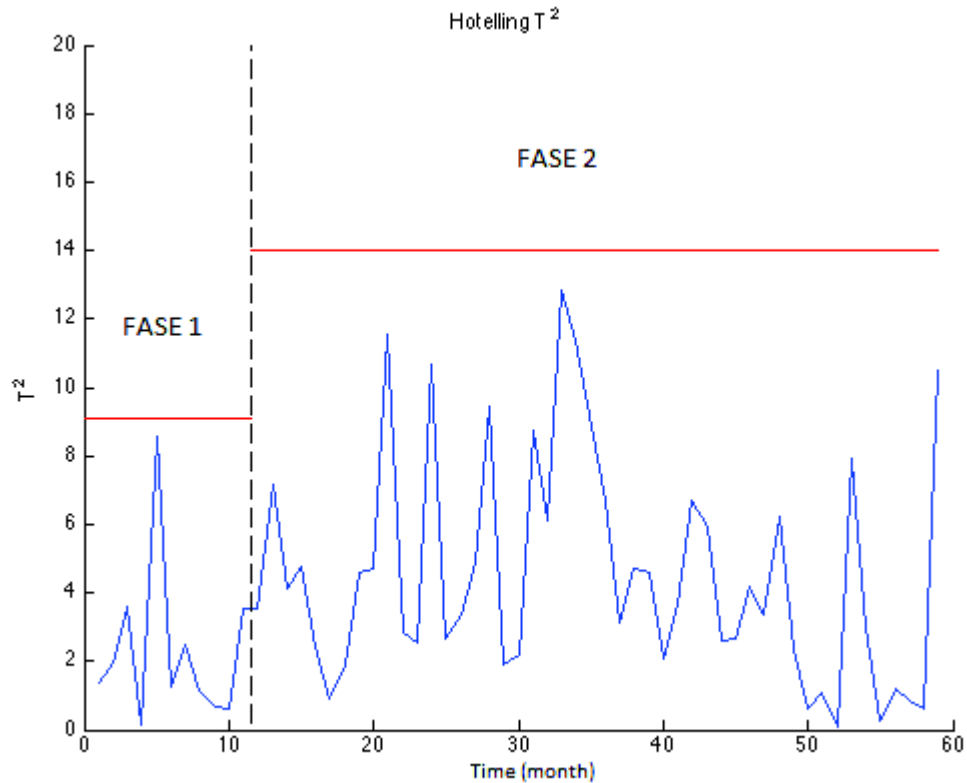
Na Etapa III, uma regressão multivariada foi usada para fazer previsões futuras e estimar os resíduos do conjunto de dados obtidos pela ACP realizada na Etapa II. Resíduos do modelo ajustado foram obtidos para serem usados no processo de monitoramento através de uma carta de controle T^2 de Hotelling.

Esse monitoramento tem por finalidade detectar alterações nos padrões do modelo, ilustrando o momento exato para análise do portfólio de produtos atuais, sendo eventualmente necessária a alteração/eliminação de um ou mais produtos do portfólio. Os resultados da análise podem ser verificados na Figura 4, após a linha tracejada vertical, que separa a Fase I da fase II do gráfico de monitoramento dos resíduos. Mesmo não sendo necessário, tendo em vista que não obteve-se nenhum ponto fora de controle, gerou-se o gráfico de monitoramento para componente X e Y, afim de ilustrar a aplicação da ferramenta, conforme Figura 5A e 5B.

É importante gerar o gráfico de controle para cada componente quando um ponto fora de controle for identificado no gráfico de controle dos resíduos, sendo assim possível identificar de qual variável a alteração no modelo de regressão é oriunda. Se for oriunda das variáveis independentes (X), significa que houve alteração no cenário macro-econômico em que a empresa está inserida, sendo necessário uma revisão do plano estratégico. Caso a alteração seja oriunda das variáveis dependentes (Y), significa que é necessária uma intervenção no portfólio de produtos da empresa. Entre as ações possíveis, pode-se citar um aumento de investimento em publicidade para certos produtos, implantação de programas de redução de custo visando ao

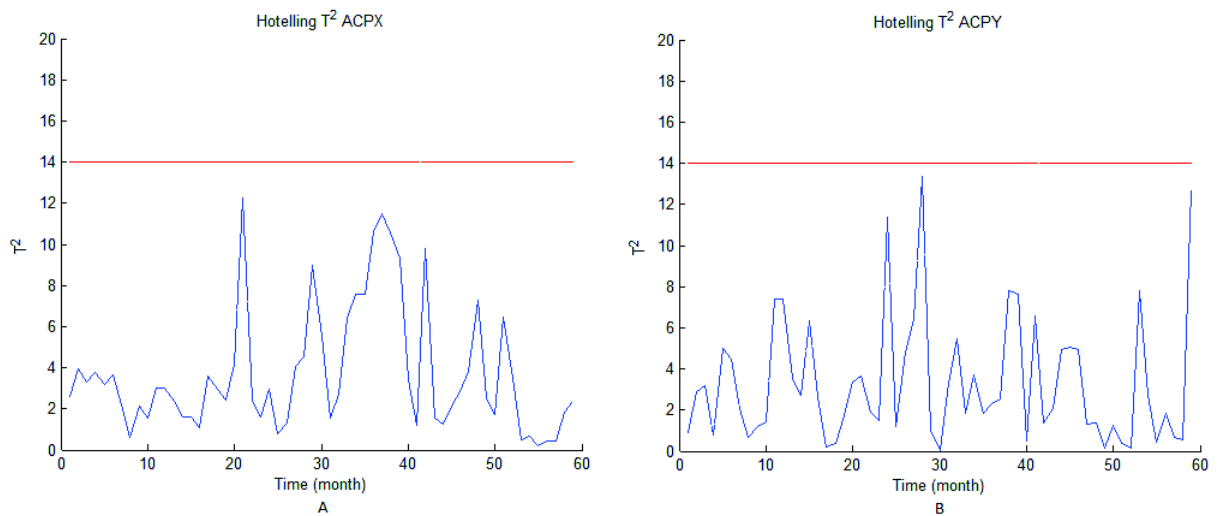
aumento da margem de lucro, desenvolvimento de projetos de melhoria da qualidade, aprimoramento das relações com a cadeia de revendedores através de financiamento e promoções ou, até mesmo, a descontinuidade de um produto e sua substituição no portfólio da empresa

Figura 4: Gráfico de controle T^2 dos resíduos aplicado em caso real



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5: Gráfico de controle T^2 para Cada Componente



Fonte: Elaborado pelo autor

Um ponto fora de controle foi encontrado durante análise retrospectiva, sendo o mesmo excluído. Durante o processo de monitoramento *on-line*, nenhum ponto fora de controle foi

encontrado. Esse resultado era esperado uma vez que, no período de tempo selecionado, a economia era estável e não houve mudanças na família de produtos analisados.

3.6 Considerações finais

Gestão de Portfólio é uma importante ferramenta para aumentar a competitividade no mercado. Geralmente, os métodos de Gestão de Portfólio têm limitações que evitam aplicações reais, ou necessitam de muita interferência dos gestores. Além disso, os gestores devem descobrir quando é o momento certo para avaliar o portfólio de produtos. A contribuição deste trabalho é, portanto, proporcionar um método para identificar o momento ideal para realizar uma revisão de portfólio. A abordagem utiliza monitoramento residual de uma regressão multivariada entre variáveis da empresa e indicadores econômicos, levando assim em consideração o maior número de fatores que podem impactar nas decisões e nos resultados da organização, em um único método.

O estudo de simulação mostrou que a abordagem selecionada teve desempenho melhor que um processo de monitoramento multivariado usual, baseado em ACP. Isso significa que o método proposto identifica e sinaliza mudanças nos padrões do modelo mais rapidamente, sendo possível a obtenção da informação de forma rápida e clara, para poster tomada de decisão.

A aplicação em dados reais de uma empresa do segmento agrícola ilustra o método proposto, encontrando resultados semelhantes aos reais estudados. Resultados importantes para enfatizar a real aplicabilidade do método proposto.

Para detecção de pequenas mudanças, um gráfico MEWMA pode ser utilizado para monitoramento dos resíduos. Um procedimento de autoinicialização para avaliar o início do ciclo de vida do produto, embora a redução da dimensionalidade possa ser um desafio, também são propostas de futuros trabalhos. Também sugere-se a aplicação do método em segmentos de indústria diferente do apresentado, para verificar a adaptabilidade do modelo a diferentes variáveis.

4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS

RESUMO

A tomada de decisão na Gestão de Portfólio de produtos está diretamente ligada com os resultados operacionais e financeiros das organizações. É através de uma carteira de produtos equilibrada, com produtos específicos, que as empresas conseguem competir no mercado globalizado. Realizar a revisão do portfólio nesse cenário é uma decisão extremamente difícil devido à complexidade combinatória correspondente ao número de projetos, produtos, e mercados envolvidos e suas inter-relações. Na literatura existente, métodos para avaliação e seleção do portfólio, tais como, retorno econômico, árvore de decisão, simulação, etc, que são utilizados apenas para fases específicas do processo de avaliação e também não consideram condições de mercado em que o produto está inserido, bem como os custos e indicadores internos da empresa. Tendo em vista essas afirmações, este artigo propõe a utilização do método proposto por Herzer et al. (2016) para identificar o momento exato da revisão do portfólio de produtos. Através da utilização de um método multicritério (TOPSIS), é possível identificar o(s) produto(s) com melhor desempenho na empresa, sendo assim possível determinar sobre quais produtos devem ser propostas ações, contenções ou até mesmo troca de produtos no portfólio da empresa. O método multicritério TOPSIS é utilizado para esse ranqueamento, sendo o mesmo aplicado em dados reais de uma empresa do segmento agrícola.

Palavras-Chave: Decisão Multicritério. TOPSIS. Portfólio de Produtos

4.1 Introdução

Os gestores necessitam, periodicamente, tomar decisões sobre a alocação eficaz dos recursos para atingir os objetivos corporativos, incluindo a maximização do lucro (SAMPATH et al., 2015). Com a crescente competitividade do mercado, é difícil encontrar alguma organização que não se envolva com uma carteira de produtos e projetos (MAYLOR et al., 2006).

Oliveira e Rozenfeld (2010) afirmam que portfólio de produtos é um conjunto de projetos que compartilham e competem por recursos e estão sob a gestão de uma particular organização. Segundo Oliveira e Rozenfeld (2010); Kuester Sabine; Landauer (2011); Burin Neto et al. (2013); Lapersonne (2013), através da Gestão de Portfólio, novos projetos de produtos são definidos, revisados, atualizados, e até mesmo tomadas decisões relativas à descontinuidade dos produtos que são produzidos. A tomada de decisão relacionada ao portfólio de produtos é aspecto considerado complexo para a gestão das empresas (JACOBS; SWINK, 2011; MCNALLY; DURMUŞOĞLU; CALANTONE, 2013). Esse gerenciamento é um processo dinâmico, no qual

o portfólio necessita ser analisado periodicamente, através da revisão dos projetos, buscando a maximização do valor financeiro do portfólio, o balanceamento do portfólio com a capacidade da organização, o seu alinhamento com a estratégia da organização e a alocação de recursos (OLIVEIRA; ROZENFELD, 2010; COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999).

Um projeto pode suportar muitos produtos, como uma família de produtos. Outros projetos podem depender uns dos outros para serem competitivos. Um produto pode ser lançado em vários mercados, e um mercado pode receber muitos produtos diferentes, fazendo com que a oferta de produtos afete um ao outro de forma sinérgica ou canibalística no mercado. Essas interações resultam em um único projeto ou produto com diferentes custos e (ou) benefícios, dependendo dos outros projetos ou produtos que a empresa decide empreender. Realizar a revisão do portfólio neste cenário é uma decisão difícil devido à complexidade combinatória correspondente ao número de projetos, produtos, e mercados envolvidos e suas inter-relações (SAMPATH et al., 2015).

Os problemas de portfólio envolvem múltiplos atributos na maioria de suas ocorrências, por isso o uso de métodos de análise multi-critério aparece como o mais adequado para a resolução desses problemas. *Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA) é um termo que descreve várias abordagens que buscam explicitar os múltiplos critérios para auxiliar um indivíduo ou grupo a explorar suas decisões. O uso de MCDA para seleção de portfólio de projetos é focado, em geral, na construção de modelos de decisão e no desenvolvimento de métodos de tomada de decisão (SMITH-PERERA et al., 2010).

Vários métodos foram desenvolvidos na literatura existente para avaliação e seleção do portfólio (por exemplo, retorno econômico, árvore de decisão, simulação, etc.) que não são abrangentes e são utilizados apenas para fases específicas do processo de avaliação e seleção (TAVANA et al., 2015). Argouslidis e Baltas (2007); Carazo et al. (2010) também salientam que é necessário levar em consideração as condições de mercado em que o produto está inserido, bem como os custos e indicadores internos da empresa. Tendo em vista essas afirmações, este artigo utilizará o método proposto por Herzer et al. (2016). O método propõe identificar modificações no padrão de monitoramento, que indicam o momento exato em que o portfólio necessita ser revisado. O método relaciona variáveis financeiras associadas à carteira de produtos, desempenho dos produtos contra a concorrência e até mesmo dados macroeconômicos, utilizando um modelo de regressão multivariada. A proposta é, por meio do monitoramento de resíduos, identificar o tempo específico para a tomada de decisão na revisão do portfólio de produtos. Esse modelo tem a vantagem de sinalizar o momento correto em que a decisão necessita ser tomada, vantagem essa não encontrada nos métodos propostos, citados anteriormente.

A proposta deste artigo é, através da identificação do momento exato para realizar a revisão de portfólio, com emprego do modelo proposto por Herzer et al. (2016), aplicar um método de tomada de decisão. O método de análise multi-critério possibilitará verificar o(s) produto(s) com melhor desempenho na empresa, sendo assim possível identificar sobre quais produtos devem ser tomadas ações, contenções ou até mesmo troca dos mesmos no portfólio da empresa.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: seção 1, a introdução, apresenta as motivações e justificativas para o desenvolvimento do trabalho e os objetivos do estudo. Seção 2, a fundamentação teórica e revisão bibliográfica sobre o uso de métodos multi-critérios e programação matemática no problema da seleção do portfólio. Na Seção 3, é apresentado o método utilizado para realização do artigo, assim como os parâmetros e os materiais utilizados. Seção 4 apresenta a aplicação do método em dados reais de uma indústria multinacional do ramo agrícola e, por fim, no Capítulo 5, a conclusão e as considerações finais do artigo.

4.2 Método de decisão multi-critério

Tomada de decisão é uma atividade diária realizada pela ampla maioria dos gestores. Porém, dependendo da situação a qual seja aplicada, nem sempre essa é realizada de maneira simples e objetiva. Conforme Almeida (2013), problemas de decisão multi-critério são caracterizados por situações em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si. Dessa forma, situações que envolvem problemas de decisão multi-critério são complexas e geralmente implicam um maior grau de dificuldade na tomada de decisão.

Giard e Roy (1985) definem os métodos de decisão multi-critério, ou métodos MCDM – *Multicriteria Decision Making*, como uma tentativa de prover respostas para questões levantadas pelos atores envolvidos no processo decisório através de um modelo claramente especificado. E, para que isso aconteça, o analista de decisão precisa comparar alternativas. Wang (2010) afirma que os métodos MCDM são um importante conjunto de ferramentas para abordar difíceis decisões em organizações, porque auxiliam os gestores em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes. De Boer, Wegen e Telgen (1998) complementam que esses métodos são capazes de contribuir para a eficiência da tomada de decisão por justificar os processos de decisão e por permitirem o processamento mais rápido e automatizado dos dados.

A natureza dos problemas de decisão que se apresentam nas organizações requer, para uma análise estruturada, a aplicação de ferramentas específicas, técnicas e conceitos que possibilitem modelar e explorar as informações relativas às preferências dos decisores. Conforme Belton e Stewart (2002), a expressão *Multiple Criteria Decision Analysis* abrange uma coleção de abordagens formais que visam auxiliar na tomada de decisões envolvendo problemas complexos com informações de múltiplas naturezas, representando diferentes pontos de vista, muitas vezes conflitantes. Mais do que a aplicação de métodos para representar um problema e seu respectivo sistema de preferências e valores, o apoio à decisão constitui um processo durante o qual um conjunto de artefatos cognitivos é construído através da interação dos atores envolvidos (BOUYSSOU et al., 2006).

A literatura acadêmica identifica diversos métodos que podem ser utilizados para apoio à tomada de decisão multi-critério. Dentre eles destacam-se o *Analytic Hierarchy Process – AHP* (SAATY, 1987); *Analytic Network Process – ANP* (SAATY, 2004); métodos diversos de pro-

gramação matemática – Programação Linear, Programação Multiobjetivo, entre outros (DANTZIG, 1998); *Data Envelopment Analysis – DEA* (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978), além de técnicas de Inteligência Artificial, como abordagens baseadas na Teoria dos Conjuntos Fuzzy (ZADEH, 1965), Redes Neurais Artificiais – RNA, Algoritmo Genético (HOLLAND, 1992) e várias outras que são resultado da combinação de técnicas.

Conforme mencionado anteriormente, na tentativa de auxiliar os gestores a solucionarem tais problemas, diversas abordagens foram desenvolvidas e, hoje, encontram-se presentes na literatura. Dentre os métodos existentes, o TOPSIS foi o escolhido para o desenvolvimento deste estudo, devido às seguintes características: (AMIRI et al., 2010)

- permite incluir um número ilimitado de propriedades e atributos;
- permite lidar com contextos em que o efeito de cada atributo não pode ser considerado individualmente e precisa sempre ser visto como uma troca em relação a outros atributos;
- gera uma ordenação de alternativas, com escores que fornecem um melhor entendimento das diferenças e similaridades entre elas;
- trabalha com o conceito de distâncias ao ponto ideal e anti-ideal, conseguindo superar técnicas anteriores que consideravam esse conceito apenas de forma parcial, gerando divergências de resultados segundo as opções técnicas eleitas.

4.3 Materiais e métodos

Neste artigo, o método de decisão multi-critério TOPSIS é utilizado para identificar o produto com maior desempenho na empresa, sendo assim possível identificar sobre quais produtos devem ser tomadas ações. Entre as ações possíveis, pode-se citar um aumento de investimento em publicidade para certos produtos, implantação de programas de redução de custo visando ao aumento da margem de lucro, desenvolvimento de projetos de melhoria da qualidade, aprimoramento das relações com a cadeia de revendedores através de financiamento e promoções ou, até mesmo, a descontinuidade de um produto e sua substituição no portfólio da empresa. Esse procedimento será realizado quando o método proposto por Herzer et al. (2016) sinalizar mudança do padrão e, por consequência, o momento ideal para realizar a revisão do portfólio de produtos. A subseção 4.3.1 apresenta, em detalhes, a formulação do método TOPSIS. Na sequência, as subseções 4.3.2 e 4.3.3 apresentam os procedimentos de coleta dos dados e construção do modelo de decisão.

4.3.1 TOPSIS

O método TOPSIS, do inglês *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, foi inicialmente proposto por Hwang e Yoon (1981) e, posteriormente, discutido por muitos,

como por exemplo: Ta-Chung (2002); Olson (2004) e Peng (2000). O TOPSIS constitui uma técnica para avaliar o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal, assumindo como preferencial aquela alternativa que apresente a menor distância em relação à solução idealmente positiva e a maior distância em relação à solução idealmente negativa (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009). Assumindo que as avaliações em cada critério representam utilidade monotonicamente crescente (para critérios de benefícios) e decrescente (para critérios de ônus), a separação de cada alternativa em relação às soluções ideais (positiva e negativa) é calculada através da soma das distâncias apuradas em cada critério, e a ordenação final das alternativas é definida através de um índice de proximidade que é função das duas medidas de separação (YOON; HWANG, 1995).

Os procedimentos do método TOPSIS iniciam com a construção de uma matriz de dados original, que utiliza critérios de valor para cada alternativa, conforme etapas descritas a seguir (BULGURCU, 2012).

A matriz A de decisão constituída por alternativas e critérios, descrita por:

$$A_i = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (4.2)$$

onde A_1, A_2, \dots, A_m são m alternativas viáveis, C_1, C_2, \dots, C_n são n critérios (variáveis e parâmetros da alternativas viáveis), x_{ij} indica o desempenho da alternativa A_i segundo o critério C_j . O vetor de peso W composto pelos pesos individuais (geralmente estabelecidos pelos especialistas da área) $w_j (j = 1, \dots, n)$ para cada critério C_j de modo que satisfaça $\sum_{i=1}^n w_j = 1$.

Os dados da matriz A têm origens diferentes, por isso ela deve ser normalizada a fim de transformá-la numa matriz adimensional para que seja possível comparação entre os vários critérios. Neste trabalho, a matriz A é normalizada para cada critério C_j de acordo com:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (4.3)$$

com $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$. Desta maneira, uma matriz de decisão normalizada A_N representa o desempenho relativo das alternativas e pode ser descrita por $A_N = (p_{ij})_{m \times n}$, com $i = 1, \dots, m$, e $j = 1, \dots, n$.

Em geral, os critérios de avaliação podem ser classificados em dois tipos: benefício e custo. O critério benefício significa que um valor maior é melhor, enquanto que para o critério custo vale o inverso.

O algoritmo para calcular a melhor alternativa segundo a técnica TOPSIS (HUANG, 2008) é descrito de acordo com os seguintes passos.

Passo 1: cálculo da solução ideal positiva A^+ (benefícios) e ideal negativa A^- (custos) da seguinte forma:

$$A^+ = (P_1^+, P_2^+, \dots, P_m^+); \quad (4.4)$$

$$A^- = (P_1^-, P_2^-, \dots, P_m^-); \quad (4.5)$$

onde

$$p_j^+ = (\text{MAX}_i p_{ij}, j \in J_1; \text{MIN}_i p_{ij}, j \in J_2);$$

$$p_j^- = (\text{MIN}_i p_{ij}, j \in J_1; \text{MAX}_i p_{ij}, j \in J_2);$$

sendo que J_1 e J_2 representam, respectivamente, o critério benefício e custo.

Passo 2: cálculo das distâncias Euclidianas entre A_i e A^+ (benefícios) e entre A_i e A^- (custos) da seguinte forma:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^+ - p_{ij})^2}; \quad (4.6)$$

com $i = 1, \dots, m$.

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (p_j^- - p_{ij})^2}; \quad (4.7)$$

com $i = 1, \dots, m$.

Passo 3: Cálculo da proximidade relativa ξ para cada alternativa a_i em relação à solução ideal positiva A^+ conforme:

$$\xi_i = \sqrt{\frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}} \quad (4.8)$$

Passo 4: classificação de acordo com a proximidade relativa (*ranking*). As melhores alternativas são aquelas que têm o maior valor de ξ e que devem ser escolhidas pois estão mais próximas da solução ideal positiva.

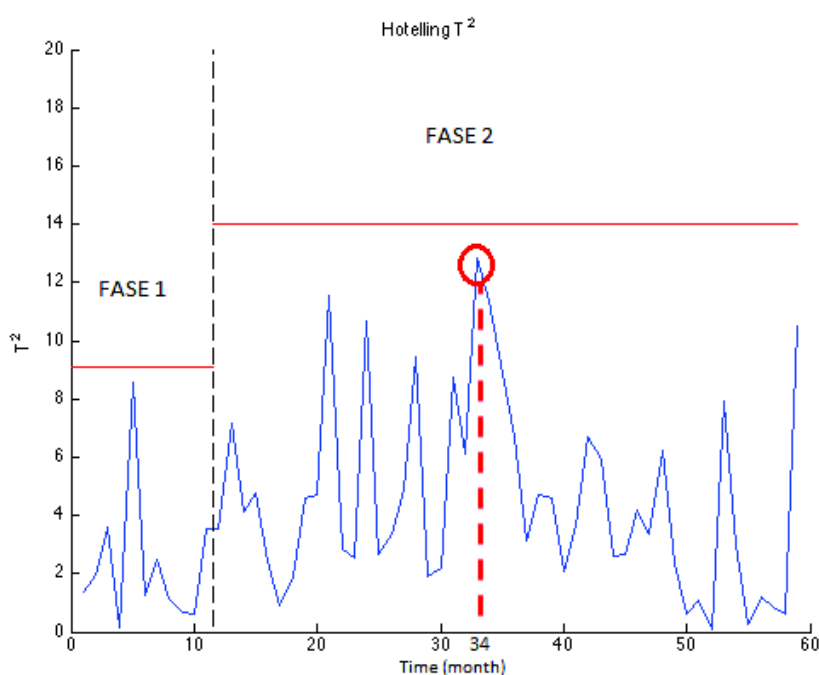
Assim, quando aplicado no contexto da gestão do portfólio de produtos, ao final do Passo 4 obtém-se um vetor numérico que representa o ranqueamento dos produtos do portfólio a partir dos pesos e critérios originariamente definidos.

4.3.2 Dados de produtos

Para a aplicação do método TOPSIS neste artigo, utilizou-se o conjunto de dados apresentado por Herzer et al. (2016). Herzer et al. (2016) utilizou dados de dois produtos de uma

empresa multinacional do ramo agrícola coletados durante 60 meses. Para o presente artigo, utiliza-se os dados de custo, de margem, de garantia e de volume desses mesmos dois produtos para verificar qual está com melhor desempenho. Para selecionar o mês, dentre os 60 disponíveis, utilizou-se o método proposto por Herzer et al. (2016). Mesmo que os autores não tenham encontrado o momento ideal para realizar a revisão do portfólio dentro do período analisado, estabeleceu-se o ponto mais próximo do LSC para que a revisão fosse realizada a fim de exemplificar o método. Esse ponto, conforme Figura 6, encontra-se destacado no mês 34. Os dados no ponto destacado (mês 34), coletados na empresa agrícola estudada, são apresentados na Tabela 5.

Figura 6: Monitoramento do portfólio de produtos



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5: Valores observados no mês 34 para as variáveis de decisão

Produtos	Custo (R\$)	Margem (%)	Garantia (R\$) (%)	Volume
Produto 1	198.562,00	10,2	18.762,00	17
Produto 2	245.839,00	16,9	83.341,62	39

Fonte: Elaborado pelo autor

Para os dados acima mencionados, estabeleceu-se os seguintes critérios para a aplicação do método TOPSIS:

- custo e garantia: quanto menor o valor, melhor é o benefício;
- margem e volume: quanto maior o valor, melhor é o benefício;

Assim, um escore elevado no vetor representado pela equação (4.8) significa que o produto tem custo e/ou garantia baixos e margem e/ou volumes altos. Do mesmo modo, um escore baixo decorre de que o produto tenha custo e/ou garantia elevados e margem e/ou volume baixo.

4.3.3 Definição dos critérios

Para definição dos critérios do modelo, entrevistou-se quatro gestores de diferentes áreas da empresa onde foram obtidos os dados. Os gestores foram selecionados em diferentes departamentos, assim como tiveram seu perfil profissional avaliado, com o objetivo de obter-se os critérios mais coerentes com os objetivos da empresa. As principais características dos gestores entrevistados são relacionadas a seguir:

Gestor 1: Atua na empresa há 8 anos como gerente de marketing do produto. Possui conhecimentos específicos dos produtos analisados, sendo responsável por sua rentabilidade e boa performance.

Gestor 2: Atua na empresa há 5 anos como gerente financeiro. É responsável pelo resultado financeiro dos produtos analisados.

Gestor 3: Atua na empresa há 11 anos como gerente de engenharia do produto. Possui conhecimentos técnicos dos produtos analisados, sendo responsável por desenvolver novas soluções para os produtos em questão.

Gestor 4: Atua na empresa a 4 anos como diretor de marketing. Possui sólida experiência no ramo agrícola e está diretamente envolvido nos objetivos do negócio. É responsável pelo resultado do produto frente ao cliente, assim como a rentabilidade do portfólio.

Após a coleta das informações, realizou-se a média para estabelecer o critério de cada variável, conforme Tabela 6.

Tabela 6: Definição dos critérios para uso no método TOPSIS

Gestores	Custo	Margem	Garantia	Volume
Gestor 1	0,35	0,35	0,10	0,20
Gestor 2	0,25	0,30	0,20	0,25
Gestor 3	0,20	0,25	0,20	0,35
Gestor 4	0,30	0,3	0,20	0,20
Média	0,275	0,30	0,175	0,25

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados coletados mostram que, na opinião dos gestores entrevistados, o critério de maior importância é a margem de lucro ($w_{\text{margem}} = 0,30$). Por outro lado, a garantia é o critério de menor importância entre os elementos avaliados ($w_{\text{garantia}} = 0,175$).

4.4 Aplicação do método em um estudo de caso

O estudo de caso utiliza o método proposto por Herzer et al. (2016). Quando identificada mudança no modelo, revisão no portfólio de produtos é necessária, sendo de extrema importância identificar qual o(s) produto(s) que esta(ão) com melhor/pior desempenho. Esse ranqueamento de produtos será realizado através do método multicritério TOPSIS

Estabeleceram-se para avaliação duas linhas de produtos: Produto 1, e Produto 2. Foram

estabelecidos ainda como critérios: custo de cada produto (C_1), assim como a margem, ou retorno (C_2), a garantia (C_3) e o volume (C_4). Cada um desses critérios será cuidadosamente analisado nos tópicos seguintes. Todas essas escolhas foram realizadas em conjunto com os gestores da empresa analisada. A normalização da matriz de decisão foi realizada de acordo com a técnica apresentada na seção anterior.

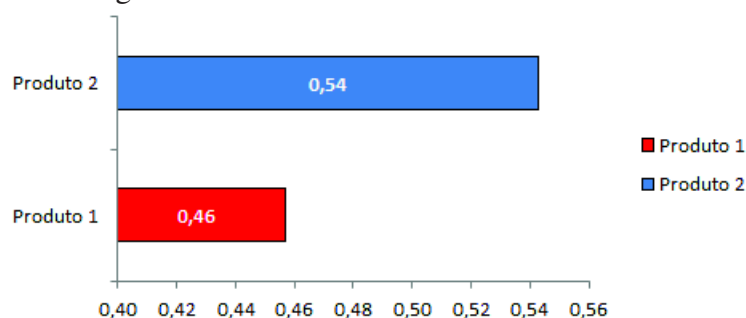
Na Figura 7, estão apresentadas todas as etapas de cálculo da aplicação do método TOPSIS, utilizando os dados obtidos em Herzer et al. (2016), conforme mencionado anteriormente. A Figura 8 resume os resultados obtidos.

Figura 7: Aplicação do método TOPSIS

	<i>Custo</i>	<i>Margem</i>	<i>Garantia</i>	<i>Volume</i>	
Produto 1	198.562,00	10,2	18.762,00	17	
Produto 2	245.839,00	16,9	83.341,62	39	
<i>Cr�terios</i>	<i>0,275</i>	<i>0,3</i>	<i>0,175</i>	<i>0,25</i>	
<i>Normalizado</i>	0,6283	0,5167	0,2196	0,3996	
	0,7779	0,8561	0,9756	0,9167	
<i>Cr�terios Normalizados</i>	<i>0,1728</i>	<i>0,1550</i>	<i>0,0384</i>	<i>0,0999</i>	
	<i>0,2139</i>	<i>0,2568</i>	<i>0,1707</i>	<i>0,2292</i>	
<i>d+</i>	0,0000	0,0104	0,0000	0,0167	<i>0,1646</i>
	0,0017	0,0000	0,0175	0,0000	<i>0,1385</i>
<i>d-</i>	0,0017	0,0000	0,0175	0,0000	<i>0,1385</i>
	0,0000	0,0104	0,0000	0,0167	<i>0,1646</i>
Produto 1					0,46
Produto 2					0,54

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: Resultado do método multicritério



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se verificar que, pelos critérios elencados pelos gestores e os dados obtidos, o produto que apresenta melhor desempenho para a empresa é o Produto 2, obtendo um resultado de 0,54.. Mesmo sendo o custo do Produto 2 ligeiramente superior ao do Produto 1, o resultado financeiro desse produto ainda é superior (margem de 16,9%). Isso demonstra que, para qualquer tomada de decisão, o esforço deve ser direcionado para o Produto 1, tendo em vista que

apresentou um desempenho muito inferior frente aos critérios estabelecidos. Esse esforço pode ser representado por campanhas de publicidade ou melhoria de processo, por exemplo.

4.5 Considerações finais

A técnica TOPSIS permitiu encontrar a melhor alternativa dentre um número pré-estabelecido de alternativas de produtos do portfólio. Após a obtenção de pesos para os critérios selecionados, a técnica apresenta desenvolvimento simplificado em termos de implementação computacional, podendo inclusive ser utilizado recurso de planilha eletrônica como no exemplo de aplicação apresentado. Isso apresenta uma vantagem competitiva frente a outros métodos o que a eleva a uma maior chance de aplicabilidade em meios empresariais pelos gestores de portfólio de produtos.

Aplicou-se a técnica em um estudo de caso considerando um método proposto por Herzer et al. (2016), a fim de aplicar um modelo multicritério quando o modelo identificasse alteração nos padrões de monitoramento. Assim que identificada uma mudança no modelo, uma revisão no portfólio de produtos é necessária, sendo também necessário identificar qual(is) o(s) produto(s) que esta(ão) com melhor/pior desempenho. Para o estudo de caso, foram usadas duas alternativas de produto e quatro critérios de decisão a fim de ilustrar o método.

Os resultados demonstram que o Produto 2 possui um desempenho superior frente ao Produto 1. Mesmo aplicando a técnica em apenas duas alternativa, ela pode ser aplicada em situações com várias alternativas e critérios sem maiores dificuldades, obtendo-se resultados similares aos apresentados em termos de interpretação.

Uma vez que os gestores necessitam periodicamente tomar decisões sobre a alocação de recursos dentro das empresas, no que tange Gestão de Portfólio de produtos, essa proposição integrada à apresentada por Herzer et al. (2016) estabelece não somente em qual produto alocar os recursos, mas também em que momento fazê-lo, constituindo-se assim em uma relevante contribuição aos sistemas de Gestão de Portfólios de produtos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação, discutiram-se os principais métodos de Gestão de Portfólio, atraindo o interesse da comunidade técnica e da alta administração das corporações. Devido à crescente competitividade do mercado, a tarefa de realizar a Gestão de Portfólio é cada vez mais frequente e requer tomadas de decisão rápidas e assertivas. Trabalhos como o de Koen et al. (2002); Kuester Sabine; Landauer (2011), consideram que a tomada de decisão relacionada ao portfólio de produtos é aspecto fundamental para a gestão das empresas, sendo que geralmente as informações disponíveis para que se possa tomar decisão não são completas, gerando incertezas no processo. Dessa forma, desenvolver um método de fácil interpretação, com possibilidade de realizar a gestão constante do portfólio de produtos tem papel fundamental na difusão de práticas gerenciais.

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar um método de monitoramento para gestão de portfólio de produtos que sinalize, baseado em aspectos macroeconômicos e de desempenho do negócio, que o portfólio deva ser revisado e, ainda, ranqueie os produtos para facilitar os gestores na tomada de decisão quanto às ações a serem tomadas.

Para atender o objetivo geral da pesquisa, foram definidos dois objetivos específicos: identificar, dentre as ferramentas estatísticas existentes, os recursos disponíveis para o monitoramento de padrões e detecção de mudanças para ajustar um modelo para monitoramento de portfólio de produtos capaz de sinalizar variações no modelo devido a fatores econômicos internos ou externos da empresa. Como resultado, apontou-se que a decisão de manter ou excluir um item do portfólio resulta em consequências que serão sentidas tanto internamente à organização, como nos setores da manufatura e finança, sendo importante aplicar métodos que auxiliem nesse processo. (MIGUEL, 2008; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009; LACERDA; ENSSLIN; ROLIM ENSSLIN, 2011). O método proposto possui fácil interpretação dos resultados, com possibilidade de realizar a gestão constante do portfólio de produtos visando apresentar uma ferramenta que mitigasse as limitações apresentadas pelos métodos tradicionais. O método também foi aplicado em dados reais de uma indústria do segmento agrícola, além de ter sido avaliado por dados gerados através de simulação de Monte Carlo. Um total de 5000 simulações foram geradas, e os resultados mostram que a taxa de alarmes falsos e tempo médio para detecção da mudança de padrão têm comportamento esperado comparável com os encontrados por Villalobos, Munoz e Gutierrez (2005), demonstrando a funcionalidade do método.

O segundo objetivo específico foi identificar um modelo multicritério para ranqueamento dos produtos contidos no portfólio, para sinalizar quais produtos devem ser priorizados nas tomadas de decisões dos gestores. Após obter-se a detecção do momento exato da revisão do portfólio, realizou-se a aplicação de um método multicritério (TOPSIS) para ranqueamento dos produtos. O TOPSIS possibilita verificar o(s) produto(s) com melhor desempenho na empresa, sendo assim possível identificar sobre quais devem-se direcionar as ações e contenções, sendo este o terceiro objetivo específico do trabalho. Como resultado obteve-se a aplicação eficaz do

método multicritério em um estudo de caso real de uma empresa do segmento agrícola.

Para trabalhos futuros, sugere-se um procedimento de autoinicialização para avaliar o início do ciclo de vida do produto, embora a redução da dimensionalidade pode ser um desafio. A aplicação do modelo em indústrias de segmentos diferentes, assim como maior número de variáveis e de produtos, visando verificar a adaptação e a eficácia do modelo, assim como a utilização de diferentes métodos multicritério no ranqueamento dos produtos também são propostas para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO. **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. Disponível em: <<http://abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 12 set. 2014.
- ALMEIDA, A. d. Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério. **São Paulo: Atlas**, 2013.
- AMARAL, A.; ARAÚJO, M. Project portfolio management phases: a technique for strategy alignment. **World Acad. Sci. Eng. Technol**, v. 58, n. 10, p. 560–568, 2009.
- AMIRI, M. P. Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 9, p. 6218–6224, 2010.
- AMIRI, M.; ZANDIEH, M.; VAHDANI, B.; SOLTANI, R.; ROSHANAIEI, V. An integrated eigenvector–DEA–TOPSIS methodology for portfolio risk evaluation in the {FOREX} spot market. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 1, p. 509 – 516, 2010.
- ARCHER, N.; GHASEMZADEH, F. Project portfolio selection and management. **The Wiley guide to managing projects**, p. 237–255, 2004.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 4, p. 207–216, 1999.
- ARGOUSLIDIS, P. C.; BALTAS, G. Structure in product line management: the role of formalization in service elimination decisions. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 35, n. 4, p. 475–491, 2007.
- ASOSHEH, A.; NALCHIGAR, S.; JAMPORAZMEY, M. Information technology project evaluation: an integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 8, p. 5931–5938, 2010.
- BADRI, M. A.; DAVIS, D.; DAVIS, D. A comprehensive 0–1 goal programming model for project selection. **International Journal of Project Management**, v. 19, n. 4, p. 243–252, 2001.
- BAI, S.; LI, S.; FENG, R.; GUO, Y. Organizational project selection based on fuzzy multi-index evaluation and bp neural network. In: MANAGEMENT AND SERVICE SCIENCE (MASS), 2010 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2010. **Anais...** 2010. p. 1–5.
- BELTON, V.; STEWART, T. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Springer Science & Business Media, 2002.
- BLAU, G. E.; PEKNY, J. F.; VARMA, V. A.; BUNCH, P. R. Managing a portfolio of interdependent new product candidates in the pharmaceutical industry. **Journal of Product Innovation Management**, v. 21, n. 4, p. 227–245, 2004.
- BOUYSSOU, D.; MARCHANT, T.; PIRLOT, M.; TSOUKIÀS, A.; VINCKE, P. **Evaluation and decision models with multiple criteria: stepping stones for the analyst**. Springer Science & Business Media, 2006. v. 86.

BULGURCU, B. K. Application of TOPSIS technique for financial performance evaluation of technology firms in Istanbul stock exchange market. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 62, p. 1033–1040, 2012.

BURIN NETO, F.; JUGEND, D.; BARBALHO, S. C. M.; SILVA, S. L. d. Gestão de portfólio de produtos: práticas adotadas por uma empresa de base tecnológica de médio porte localizada na cidade de são carlos–sp. **Revista GEPROS**, n. 1, p. 67, 2013.

BÜYÜKÖZKAN, G.; ÖZTÜRKCAN, D. An integrated analytic approach for Six Sigma project selection. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 8, p. 5835–5847, 2010.

CANEZ, L.; GARFIAS, M. Portfolio management at the Mexican petroleum institute. **Research-Technology Management**, v. 49, n. 4, p. 46–55, 2006.

CARAZO, A. F.; GÓMEZ, T.; MOLINA, J.; HERNÁNDEZ-DÍAZ, A. G.; GUERRERO, F. M.; CABALLERO, R. Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. **Computers & operations research**, v. 37, n. 4, p. 630–639, 2010.

CASTRO, H. G. de; CARVALHO, M. M. de. Gerenciamento do portfólio de projetos: um estudo exploratório. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 283–296, 2010.

CHAN, S.; IP, W. A Scorecard-Markov model for new product screening decisions. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 7, p. 971–992, 2010.

CHANG, P.-T.; LEE, J.-H. A fuzzy DEA and knapsack formulation integrated model for project selection. **Computers & Operations Research**, v. 39, n. 1, p. 112–125, 2012.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

CHEN, C.-T.; CHENG, H.-L. A comprehensive model for selecting information system project under fuzzy environment. **International Journal of Project Management**, v. 27, n. 4, p. 389–399, 2009.

COLDRICK, S.; LONGHURST, P.; IVEY, P.; HANNIS, J. An R&D options selection model for investment decisions. **Technovation**, v. 25, n. 3, p. 185–193, 2005.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product portfolio management: practices and performance. **Journal of product innovation management**, v. 16, n. 4, p. 333–351, 1999.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Portfolio management for new products**. Basic Books, 2001.

COULON, M.; ERNST, H.; LICHTENTHALER, U.; VOLLMOELLER, J. An overview of tools for managing the corporate innovation portfolio. **International Journal of Technology Intelligence and Planning**, v. 5, n. 2, p. 221–239, 2009.

DANTZIG, G. B. **Linear programming and extensions**. Princeton university press, 1998.

DE BOER, L.; WEGEN, L. van der; TELGEN, J. Outranking methods in support of supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 4, n. 2, p. 109–118, 1998.

- DEY, P. K. Integrated project evaluation and selection using multiple-attribute decision-making technique. **International Journal of Production Economics**, v. 103, n. 1, p. 90–103, 2006.
- DUARTE, B. P.; REIS, A. Developing a projects evaluation system based on multiple attribute value theory. **Computers & operations research**, v. 33, n. 5, p. 1488–1504, 2006.
- DUTRA, C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; CARVALHO, M. M. de. An economic–probabilistic model for project selection and prioritization. **International Journal of Project Management**, v. 32, n. 6, p. 1042–1055, 2014.
- EILAT, H.; GOLANY, B.; SHTUB, A. Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: a dea based methodology. **European Journal of Operational Research**, v. 172, n. 3, p. 1018–1039, 2006.
- EILAT, H.; GOLANY, B.; SHTUB, A. R&D project evaluation: an integrated dea and balanced scorecard approach. **Omega**, v. 36, n. 5, p. 895–912, 2008.
- ENGWALL, M.; JERBRANT, A. The resource allocation syndrome: the prime challenge of multi-project management? **International journal of project management**, v. 21, n. 6, p. 403–409, 2003.
- FANG, Y.; CHEN, L.; FUKUSHIMA, M. A mixed R&D projects and securities portfolio selection model. **European Journal of Operational Research**, v. 185, n. 2, p. 700–715, 2008.
- FARRUKH, C.; PHAAL, R.; PROBERT, D.; GREGORY, M.; WRIGHT, J. Developing a process for the relative valuation of R&D programmes. **R&D Management**, v. 30, n. 1, p. 43–54, 2000.
- FRANCO, L. A.; LORD, E. Understanding multi-methodology: evaluating the perceived impact of mixing methods for group budgetary decisions. **Omega**, v. 39, n. 3, p. 362–372, 2011.
- GHASEMZADEH, F.; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision support systems**, v. 29, n. 1, p. 73–88, 2000.
- GIARD, V. E.; ROY, B. **Méthodologie multicritère d'aide à la décision**. Editions Economica, 1985.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas, 2002.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. Atlas, 2009.
- GONZALEZ, I.; SANCHEZ, I. Principal alarms in multivariate statistical process control using independent component analysis. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 22, p. 6345–6366, 2008.
- GORROD, M. **Risk Management Systems**. Palgrave Macmillan, 2004.
- GUNERI, A. F.; CENGIZ, M.; SEKER, S. A fuzzy ANP approach to shipyard location selection. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 4, p. 7992–7999, 2009.

- GUTJAHR, W. J.; KATZENSTEINER, S.; REITER, P.; STUMMER, C.; DENK, M. Multi-objective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. **European Journal of Operational Research**, v. 205, n. 3, p. 670–679, 2010.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Multivariate data analysis**. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2006. v. 6.
- HALOUANI, N.; CHABCHOUB, H.; MARTEL, J.-M. PROMETHEE-MD-2T method for project selection. **European Journal of Operational Research**, v. 195, n. 3, p. 841–849, 2009.
- HEISING, W. The integration of ideation and project portfolio management—A key factor for sustainable success. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 5, p. 582–595, 2012.
- HENRIKSEN, A. D.; TRAYNOR, A. J. A practical R&D project-selection scoring tool. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 46, n. 2, p. 158–170, 1999.
- HERZER, R.; KORZENOWSKI, L. A.; CHIWIACOWSKY, D. L.; SOUZA, C. M. Multivariate profile monitoring framework: an application in product profile management. , 2016.
- HOLLAND, J. H. Genetic Algorithms. **Scientific American**, n. 5, p. 44–50, 1992.
- HOSSEINIFARD, S. Z.; ABDOLLAHIAN, M.; ZEEPHONGSEKUL, P. Application of artificial neural networks in linear profile monitoring. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 5, p. 4920–4928, 2011.
- HOTELLING, H. Multivariate quality control. **Techniques of statistical analysis**, 1947.
- HSU, Y.-G.; TZENG, G.-H.; SHYU, J. Z. Fuzzy multiple criteria selection of government-sponsored frontier technology R&D projects. **R&D Management**, v. 33, n. 5, p. 539–551, 2003.
- HUANG, J. Combining entropy weight and TOPSIS method for information system selection. In: CYBERNETICS AND INTELLIGENT SYSTEMS, 2008 IEEE CONFERENCE ON, 2008. **Anais...** 2008. p. 1281–1284.
- HUBBARD, D. W. **How to measure anything: finding the value of intangibles in business**. John Wiley & Sons, 2014.
- HUNT, R.; KILLEN, C. P.; KILLEN, C. P.; HUNT, R. A.; KLEINSCHMIDT, E. J. Project portfolio management for product innovation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 1, p. 24–38, 2008.
- HWANG, C.-L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: methods and applications a state-of-the-art survey**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981. v. 1.
- JACOBS, M. A.; SWINK, M. Product portfolio architectural complexity and operational performance: incorporating the roles of learning and fixed assets. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 7, p. 677–691, 2011.

- JEONG, Y.-S.; KIM, B.; KO, Y.-D. Exponentially weighted moving average-based procedure with adaptive thresholding for monitoring nonlinear profiles: monitoring of plasma etch process in semiconductor manufacturing. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 14, p. 5688–5693, 2013.
- JOLLIFFE, I. **Principal component analysis**. Wiley Online Library, 2002. v. 1.
- JONAS, D. Empowering project portfolio managers: how management involvement impacts project portfolio management performance. **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 8, p. 818–831, 2010.
- JUGEND, D.; SILVA, S. L. d. **Inovação e desenvolvimento de produtos: práticas de gestão e casos brasileiros**. LTC, 2013. v. 1.
- KAHN, K. B.; BARCZAK, G.; MOSS, R. Perspective: establishing an npd best practices framework. **Journal of Product Innovation Management**, v. 23, n. 2, p. 106–116, 2006.
- KAVADIAS, S.; CHAO, R. O. Resource allocation and new product development portfolio management. **Handbook of new product development management**, p. 135–163, 2007.
- KHORRAMSHAHGOL, R.; AZANI, H.; GOUSTY, Y. An integrated approach to project evaluation and selection. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 35, n. 4, p. 265–270, 1988.
- KILLEN, C. P. Evaluation of project interdependency visualizations through decision scenario experimentation. **International Journal of Project Management**, v. 31, n. 6, p. 804–816, 2013.
- KOEN, P. A.; AJAMIAN, G. M.; BOYCE, S.; CLAMEN, A.; FISHER, E.; FOUNTOULAKIS, S.; JOHNSON, A.; PURI, P.; SEIBERT, R. **Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques**. Wiley, New York, NY, 2002.
- KUESTER SABINE; LANDAUER, N. Managing Product and Brand Portfolios: current corporate product portfolio management practice: an exploratory study. **AMA Summer Educators' Conference Proceedings**, v. 22, p. 51, 2011.
- KUMAR, M.; ANTONY, J.; RAE CHO, B. Project selection and its impact on the successful deployment of Six Sigma. **Business Process Management Journal**, v. 15, n. 5, p. 669–686, 2009.
- KYPARISIS, G. J.; GUPTA, S. K.; IP, C.-M. Project selection with discounted returns and multiple constraints. **European Journal of Operational Research**, v. 94, n. 1, p. 87–96, 1996.
- LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JUNIOR, J. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013.
- LACERDA, R. T. d. O.; ENSSLIN, L.; ROLIM ENSSLIN, S. A performance measurement framework in portfolio management: a constructivist case. **Management Decision**, v. 49, n. 4, p. 648–668, 2011.
- LAPERSONNE, A. H. H. Managing multiple sources of competitive advantage in a complex competitive environment. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 5, n. 2, p. 221–251, 2013.

- LAWSON, C. P.; LONGHURST, P. J.; IVEY, P. C. The application of a new research and development project selection model in SMEs. **Technovation**, v. 26, n. 2, p. 242–250, 2006.
- LEE, J. W.; KIM, S. H. An integrated approach for interdependent information system project selection. **International Journal of Project Management**, v. 19, n. 2, p. 111–118, 2001.
- LIESIÖ, J.; MILD, P.; SALO, A. Preference programming for robust portfolio modeling and project selection. **European Journal of Operational Research**, v. 181, n. 3, p. 1488–1505, 2007.
- LINTON, J. D.; WALSH, S. T.; MORABITO, J. Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio. **R&D Management**, v. 32, p. 139–148, 2002.
- LOCH, C. H.; PICH, M. T.; TERWIESCH, C.; URBSCHAT, M. Selecting R&D projects at BMW: a case study of adopting mathematical programming models. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 48, n. 1, p. 70–80, 2001.
- MACGREGOR, J.; KOURTI, T. Statistical process control of multivariate processes. **Control Engineering Practice**, v. 3, n. 3, p. 403–414, 1995.
- MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. Academic press, 1979.
- MATHEWS, S. Innovation portfolio architecture. **Research-Technology Management**, v. 53, n. 6, p. 30–40, 2010.
- MAVROTAS, G.; DIAKOULAKI, D.; CALOGHIROU, Y. Project prioritization under policy restrictions. A combination of MCDA with 0–1 programming. **European Journal of Operational Research**, v. 171, n. 1, p. 296–308, 2006.
- MAVROTAS, G.; DIAKOULAKI, D.; KOURENTZIS, A. Selection among ranked projects under segmentation, policy and logical constraints. **European Journal of Operational Research**, v. 187, n. 1, p. 177–192, 2008.
- MAYLOR, H.; BRADY, T.; COOKE-DAVIES, T.; HODGSON, D. From projectification to programmification. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 8, p. 663–674, 2006.
- MCNALLY, R. C.; DURMUŞOĞLU, S. S.; CALANTONE, R. J. New product portfolio management decisions: antecedents and consequences. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, n. 2, p. 245–261, 2013.
- MCNALLY, R. C.; DURMUSOGLU, S. S.; CALANTONE, R. J.; HARMANCIOGLU, N. Exploring new product portfolio management decisions: the role of managers' dispositional traits. **Industrial Marketing Management**, v. 38, n. 1, p. 127–143, 2009.
- MEADE, L. M.; PRESLEY, A. R&D project selection using the analytic network process. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 49, n. 1, p. 59–66, 2002.
- MEREDITH, J. R.; MANTEL JR, S. J. **Project management: a managerial approach**. John Wiley & Sons, 2011.
- MIGUEL, P. A. C. Implementação da gestão de portfólio de novos produtos: um estudo de caso. **Produção, São Paulo**, v. 18, n. 2, p. 388–404, 2008.

- MIKKOLA, J. H. Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. **Technovation**, v. 21, n. 7, p. 423–435, 2001.
- MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. John Wiley & Sons, 2007.
- MOREIRA, R. A.; CHENG, L. C. Proposal of managerial standards for new product portfolio management in Brazilian pharmaceutical companies. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 46, n. 1, p. 53–66, 2010.
- NOORI, R.; KHAKPOUR, A.; OMIDVAR, B.; FAROKHNIA, A. Comparison of ANN and principal component analysis-multivariate linear regression models for predicting the river flow based on developed discrepancy ratio statistic. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 8, p. 5856–5862, 2010.
- OGHOJAFOR, B. E. A.; ADULOJU, S. A.; OLOWOKUDEJO, F. F. Product Elimination: the nigerian insurance industry experience. **International Journal of Business Administration**, v. 3, n. 2, p. p74, 2012.
- OH, J.; YANG, J.; LEE, S. Managing uncertainty to improve decision-making in NPD portfolio management with a fuzzy expert system. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 10, p. 9868–9885, 2012.
- OLIVEIRA, E. P. d. et al. **Modelo conceitual de um sistema de apoio à decisão, para gestores de logística e transporte em canais de exportação agrícola**. 2007. Tese de Doutorado — Florianópolis, SC, 2007.
- OLIVEIRA, M. G.; ROZENFELD, H. Integrating technology roadmapping and portfolio management at the front-end of new product development. **Technological forecasting and social change**, v. 77, n. 8, p. 1339–1354, 2010.
- OLSON, D. L. Comparison of weights in TOPSIS models. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 40, n. 7, p. 721–727, 2004.
- PADOVANI, M.; CARVALHO, M. D.; MUSCAT, A. R. N. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 157–180, 2010.
- PENG, Y. Management decision analysis. **Peking: Science Publication**, 2000.
- PHAAL, R.; FARRUKH, C.; MITCHELL, R.; PROBERT, D. Technology roadmapping: starting-up roadmapping fast. **Research Technology Management**, v. 46, n. 2, p. 52, 2003.
- PHAAL, R.; SIMONSE, L.; DEN OUDEN, E. Next generation roadmapping for innovation planning. **International Journal of Technology Intelligence and Planning**, v. 4, n. 2, p. 135–152, 2008.
- RAJEGOPAL, S.; WALLER, J.; MCGUIN, P. **Project portfolio management: leading the corporate vision**. Palgrave Macmillan, 2007.
- REN, X.; ZHANG, G. Research on decision support for Six Sigma project selection based on fuzzy evaluation. In: WIRELESS COMMUNICATIONS, NETWORKING AND MOBILE COMPUTING, 2008. WICOM'08. 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2008. **Anais...** 2008. p. 1–11.

RENCHER, A. C. **Methods of multivariate analysis**. John Wiley & Sons, 2003. v. 492.

ROZENFELD, H. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. Saraiva, 2006.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 3, p. 161–176, 1987.

SAATY, T. L. Fundamentals of the analytic network process—multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks. **journal of systems science and systems engineering**, v. 13, n. 3, p. 348–379, 2004.

SAMPATH, S.; GEL, E. S.; FOWLER, J. W.; KEMPF, K. G. A Decision-Making Framework for Project Portfolio Planning at Intel Corporation. **Interfaces**, v. 45, n. 5, p. 391–408, 2015.

SCHELP, M. X. **Gestão de Portfólio de Produtos/Projetos e Processo de Desenvolvimento de Produtos**: Diagnóstico em uma empresa de autopeças. 2010. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de São Carlos, 2010.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. **UFSC, Florianópolis, 4a. edição**, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations and process management**: principles and practice for strategic impact. Pearson Education, 2009.

SMITH-PERERA, A.; GARCÍA-MELÓN, M.; POVEDA-BAUTISTA, R.; PASTOR-FERRANDO, J.-P. A Project Strategic Index proposal for portfolio selection in electrical company based on the Analytic Network Process. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 6, p. 1569 – 1579, 2010.

SOLAK, S.; CLARKE, J.-P. B.; JOHNSON, E. L.; BARNES, E. R. Optimization of R&D project portfolios under endogenous uncertainty. **European Journal of Operational Research**, v. 207, n. 1, p. 420–433, 2010.

STUMMER, C.; HEIDENBERGER, K. Interactive R&D portfolio analysis with project interdependencies and time profiles of multiple objectives. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 50, n. 2, p. 175–183, 2003.

TA-CHUNG, C. Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decision. **International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, v. 10, n. 6, p. 687–701, 2002.

TAVANA, M.; KERAMATPOUR, M.; SANTOS-ARTEAGA, F. J.; GHORBANIANE, E. A fuzzy hybrid project portfolio selection method using Data Envelopment Analysis, TOPSIS and Integer Programming. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 22, p. 8432–8444, 2015.

TOHUMCU, Z.; KARASAKAL, E. R&D project performance evaluation with multiple and interdependent criteria. **Engineering Management, IEEE Transactions on**, v. 57, n. 4, p. 620–633, 2010.

VERBANO, C.; NOSELLA, A. Addressing R&D investment decisions: a cross analysis of r&d project selection methods. **European Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 3, p. 355–379, 2010.

VILLALOBOS, J. R.; MUNOZ, L.; GUTIERREZ, M. A. Using fixed and adaptive multivariate SPC charts for online SMD assembly monitoring. **International Journal of Production Economics**, v. 95, n. 1, p. 109–121, 2005.

WANG, W.-P. A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation. **Applied Mathematical Modelling**, v. 34, n. 10, p. 3130–3141, 2010.

WEISSENBERGER-EIBL, M. A.; TEUFEL, B. Organizational politics in new product development project selection: a review of the current literature. **European Journal of Innovation Management**, v. 14, n. 1, p. 51–73, 2011.

WOODALL, W. H.; MONTGOMERY, D. C. Some current directions in the theory and application of statistical process monitoring. **Journal of Quality Technology**, v. 46, n. 1, p. 78–94, 2014.

YOON, K. P.; HWANG, C.-L. **Multiple attribute decision making: an introduction**. Sage publications, 1995. v. 104.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

APÊNDICE A VARIÁVEIS UTILIZADAS

VARIÁVEIS DEPENDENTES			
Custo Produto 1	Custo Produto 2	Margem Produto 1	Margem Produto 2
299343,63	335903,00	0,12	0,17
314477,79	363679,45	0,13	0,19
138648,39	248127,44	0,14	0,15
211735,67	267761,31	0,10	0,15
126174,91	179950,31	0,13	0,16
232559,19	287356,30	0,08	0,14
339179,60	368890,05	0,16	0,20
315744,80	304889,77	0,12	0,11
304598,13	306350,50	0,10	0,19
302668,47	341245,20	0,09	0,16
294376,03	319660,84	0,12	0,18
282066,87	311479,45	0,08	0,18
191873,62	242584,10	0,14	0,20
202981,31	269666,11	0,11	0,19
268231,73	275992,05	0,16	0,21
264145,36	280280,96	0,14	0,20
264067,89	226581,04	0,11	0,19
226692,58	270851,55	0,13	0,20
194948,09	208377,30	0,13	0,23
266172,41	280420,33	0,14	0,20
91566,31	253959,34	0,13	0,17
259807,96	272042,61	0,14	0,20
254590,63	278202,59	0,13	0,15
255408,62	244789,18	0,08	0,19
206394,06	244225,44	0,12	0,19
212979,24	241999,35	0,14	0,22
249802,90	235412,17	0,15	0,21
261542,99	236086,04	0,19	0,19
239786,99	271374,62	0,13	0,16
255885,74	271909,41	0,12	0,18
259272,73	271351,51	0,15	0,15
211317,06	231821,13	0,13	0,31
222470,91	251429,88	0,07	0,13
250115,20	224414,68	0,07	0,18

198562,24	245839,13	0,10	0,17
243269,69	277181,23	0,15	0,13
242118,06	256080,89	0,13	0,19
236475,52	219302,69	0,17	0,19
234950,42	243684,92	0,16	0,21
242009,87	205409,25	0,09	0,21
176980,69	240473,93	0,18	0,16
170759,02	251198,78	0,14	0,19
239763,02	226681,46	0,12	0,19
231733,13	236964,08	0,15	0,20
233366,96	255993,33	0,15	0,17
236624,83	251131,73	0,16	0,17
198540,04	260729,85	0,13	0,15
230823,06	273278,93	0,14	0,11
253168,18	239943,66	0,11	0,18
235340,24	274406,39	0,14	0,13
220935,15	260866,92	0,10	0,17
240731,05	256652,13	0,10	0,20
167125,78	246037,94	0,15	0,20
221487,17	254284,19	0,06	0,18
214415,50	232918,25	0,12	0,17
238714,87	244966,35	0,06	0,17
208571,53	243847,38	0,10	0,15
236122,28	239041,71	0,10	0,13
248417,58	206733,98	0,01	0,10
146840,13	239687,13	0,13	0,11

VARIÁVEIS DEPENDENTES (continuação)

Volume Produto 1	Volume Produto 2	Garantia Produto 1	Garantia Produto 2
20,00	36,00	44461,28	95922,66
26,00	9,00	24519,64	112047,89
17,00	11,00	24595,60	156936,88
11,00	7,00	45591,65	172224,59
26,00	4,00	51892,64	142422,18
13,00	1,00	76572,35	149639,48
18,00	37,00	110842,26	220303,05
15,00	22,00	53824,79	184383,31
20,00	16,00	41696,98	211252,41

22,00	15,00	43376,66	88236,84
28,00	27,00	25001,10	111533,81
51,00	44,00	15935,29	88505,61
28,00	20,00	32442,25	84237,28
32,00	26,00	20776,58	89633,97
20,00	17,00	22401,90	141273,78
15,00	11,00	40784,45	157520,73
17,00	26,00	56000,99	150746,58
36,00	13,00	77436,83	156105,45
18,00	18,00	108529,93	205309,75
13,00	15,00	47170,09	170435,69
31,00	20,00	34228,14	193803,84
26,00	22,00	37676,05	76570,72
39,00	28,00	24379,37	109166,06
55,00	51,00	14366,14	77514,28
20,00	28,00	43914,56	81602,68
10,00	32,00	21546,36	103370,93
10,00	20,00	20469,21	132148,61
1,00	15,00	39413,80	145673,35
3,00	17,00	36718,80	103522,76
13,00	36,00	58353,24	109598,74
9,00	18,00	85575,02	179630,52
10,00	13,00	45567,76	148096,71
8,00	31,00	36552,76	166805,90
18,00	26,00	36107,62	73512,65
17,00	39,00	18762,01	83341,62
24,00	55,00	13315,57	75971,00
13,00	42,00	14125,05	65409,18
12,00	28,00	14709,50	54384,50
7,00	39,00	17948,58	110569,03
5,00	11,00	30778,46	124407,78
7,00	7,00	56544,11	148287,07
5,00	41,00	71943,27	151793,15
5,00	18,00	96462,35	167430,22
7,00	22,00	34256,51	138043,75
5,00	25,00	21936,45	159215,09
6,00	15,00	27611,55	56001,68
14,00	55,00	21557,79	97126,37
11,00	46,00	10772,79	54461,21

7,00	23,00	56618,74	70406,37
5,00	42,00	20590,12	113377,69
8,00	32,00	15580,80	105430,40
5,00	17,00	32180,41	109357,64
6,00	17,00	4454,10	22516,51
2,00	28,00	23383,39	29077,26
1,00	35,00	43463,13	122517,86
1,00	24,00	39454,09	104446,91
1,00	8,00	37305,76	117476,20
5,00	38,00	32001,97	65342,39
1,00	11,00	10416,14	45053,72
1,00	10,00	11412,05	71312,10

VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Volume Produto 1	Volume Produto 2	Soja	Milho	Dólar (variação)
53,00	112,00	38,42	16,55	0,02
50,00	103,00	34,29	15,49	0,03
61,00	92,00	31,37	15,03	-0,03
27,00	40,00	30,48	14,66	-0,02
39,00	13,00	30,34	14,45	0,03
34,00	18,00	30,76	14,80	0,00
48,00	73,00	32,61	14,66	-0,02
56,00	70,00	35,48	15,67	-0,01
103,00	61,00	36,73	17,68	-0,02
144,00	87,00	38,02	19,16	-0,02
88,00	89,00	40,18	20,69	0,02
136,00	154,00	40,34	20,72	-0,01
101,00	107,00	40,23	21,02	-0,01
104,00	89,00	39,88	22,04	0,00
123,00	161,00	38,16	22,18	-0,01
88,00	100,00	36,56	22,36	-0,04
45,00	59,00	35,16	21,96	0,02
59,00	77,00	35,26	21,85	-0,02
102,00	109,00	35,26	21,79	-0,01
72,00	115,00	36,08	21,70	0,02
88,00	131,00	37,86	21,67	0,10
155,00	171,00	36,31	21,31	0,01
117,00	128,00	35,27	21,03	0,01

137,00	299,00	34,39	20,01	0,03
106,00	105,00	34,85	20,60	-0,03
83,00	105,00	34,75	20,88	-0,04
84,00	103,00	37,56	20,62	0,04
35,00	104,00	41,65	19,65	0,03
24,00	34,00	43,85	18,24	0,07
45,00	99,00	45,62	17,58	0,03
82,00	148,00	52,03	18,29	-0,01
55,00	169,00	56,70	20,63	0,00
91,00	166,00	58,53	20,83	0,00
169,00	204,00	53,25	20,30	0,00
182,00	200,00	50,52	20,61	0,02
231,00	290,00	49,85	21,23	0,00
141,00	258,00	44,23	20,44	-0,02
122,00	154,00	40,62	19,80	-0,03
160,00	170,00	38,06	18,62	0,00
61,00	130,00	35,37	16,67	0,01
77,00	104,00	35,90	15,41	0,02
119,00	187,00	39,49	14,92	0,07
133,00	186,00	40,67	14,56	0,04
112,00	170,00	40,17	13,93	0,04
128,00	162,00	42,97	14,04	-0,03
151,00	179,00	43,06	13,92	-0,04
202,00	234,00	43,35	13,89	0,05
229,00	338,00	43,21	14,05	0,02
96,00	130,00	40,48	14,16	0,02
82,00	149,00	39,59	14,38	0,00
111,00	146,00	40,22	15,23	-0,02
65,00	94,00	38,13	15,31	-0,04
31,00	48,00	37,42	14,52	-0,01
72,00	115,00	37,03	13,44	0,01
89,00	143,00	34,92	12,37	0,00
113,00	124,00	34,86	12,03	0,02
130,00	116,00	32,88	11,90	0,03
109,00	150,00	32,49	11,84	0,05
106,00	167,00	34,18	12,87	0,04
97,00	151,00	34,36	13,50	0,04

VARIÁVEIS INDEPENDENTES (continuação)			
IPCA (variação)	Selic	PIB	ChuvaDourados (mm)
0,01	0,01	283098,70	204,60
0,01	0,01	273440,21	164,80
0,02	0,01	289720,19	91,40
0,01	0,01	286522,12	24,80
0,00	0,01	296909,23	161,40
-0,01	0,01	299900,54	2,00
-0,01	0,01	304063,39	50,60
0,00	0,01	311229,79	35,80
0,01	0,01	310755,26	177,80
0,02	0,01	321269,24	85,00
0,02	0,01	322872,85	118,20
0,01	0,01	312656,64	205,60
0,01	0,01	289366,77	290,40
0,00	0,01	280668,40	197,20
0,01	0,01	287844,36	120,80
0,01	0,01	290919,62	215,40
0,01	0,01	309458,33	5,80
0,00	0,01	310285,36	123,10
0,00	0,01	302221,01	117,40
0,01	0,01	309834,51	8,40
0,01	0,01	297746,19	59,00
0,01	0,01	309754,26	117,20
0,01	0,01	312395,34	158,80
0,01	0,01	306855,81	77,60
0,01	0,01	281063,50	151,20
0,00	0,01	274472,74	122,00
0,00	0,01	288507,56	114,40
0,01	0,01	288435,37	187,80
0,01	0,01	303446,36	83,00
0,01	0,01	303073,48	217,00
0,01	0,01	292049,49	5,20
0,01	0,01	296575,11	2,00
0,01	0,01	277343,12	60,20
0,01	0,01	294893,91	139,60
0,01	0,01	297946,64	152,20
0,01	0,01	289859,67	59,00

0,02	0,01	282359,24	76,60
0,01	0,00	259444,32	223,50
0,01	0,01	261796,43	320,60
0,01	0,01	271317,23	183,60
0,00	0,01	279030,45	40,80
0,00	0,01	280608,41	208,40
0,00	0,01	274827,13	26,80
0,00	0,01	279509,01	4,20
0,00	0,01	270740,75	143,60
0,01	0,01	292921,82	168,00
0,01	0,01	292342,00	74,80
0,01	0,01	281373,01	134,80
0,01	0,01	266723,37	248,80
0,01	0,01	259542,43	166,20
0,02	0,01	252292,03	96,00
0,01	0,01	257267,53	111,60
0,01	0,01	264094,60	84,80
0,00	0,01	255140,85	35,20
0,00	0,01	257943,61	111,00
0,00	0,01	262253,14	22,00
0,01	0,01	260596,76	81,60
0,00	0,01	274412,87	113,40
0,01	0,01	274920,07	177,60
0,01	0,01	263920,94	118,20
