

Métodos de decisão multicritério aplicados no desenvolvimento de novos produtos: uma abordagem teórica

Ana Caroline Dzulinski (UTFPR- Ponta Grossa) acdzulinski@hotmail.com
Aldo Braghini Junior (UTFPR- Ponta Grossa) aldo@utfpr.edu.br

Resumo:

Este artigo tem como objetivo expor um quadro teórico sobre os principais assuntos publicados nos últimos anos que relacionam o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) com Métodos Multicritério Aplicados a Decisão (MMAD) e desta forma identificar novas oportunidades de pesquisas na área. A metodologia aplicada para atender o objetivo foi a pesquisa através de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) proposta por Kitchenham. Como resultado foram identificados 18 artigos, e sugeridas como conclusão as seguintes propostas de pesquisas futuras: utilização de ferramentas multicritério para priorização de atividades na criação de modelos de PDP, métodos multicritério aplicados na decisão de critérios a serem priorizados no PDP e aplicação de ferramentas multicritério objetivando a criação ou melhoria de modelos de PDP.

Palavras chave: Desenvolvimento de novos produtos, Métodos de decisão multicritério, Revisão bibliográfica sistemática

Multicriteria decision making analysis applied in new product development: a theoretical approach

Abstract

This paper aim show a framework about the most important matters published in the last years when are the New Product Development (NPD) and Multicriteria Decision Aid Method (MDAM) relation, therefore identify new researches opportunities in this area. The methodology applied to attend a research objective is an Systematic Bibliography Research (SBR) by Kitchenham. This result in 18 articles, and are suggested in the conclusion the following future researches: use of multi-criteria tools for prioritizing activities in the creation of NPD models, multicriteria methods applied in the policy decision to prioritize the NDP and application of multicriteria tools aiming at the creation or improvement of NPD models.

Key-words: New product development, Multicriteria decision making analysis, Systematic literature review

1. Introdução

Um projeto, segundo o guia PMBOK® (2014), é o conjunto de ações empregadas durante um

determinado tempo para a criação de um produto, serviço ou resultado único, sendo o seu gerenciamento composto por cinco grupos de fases principais: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e encerramento. O desenvolvimento de um produto trata-se, portanto, de um projeto sendo composto por fases distintas de execução, e consequentemente, por fases e atividades próprias de gerenciamento para cada fase.

Rozenfeld *et al.* (2010) define que o desenvolvimento de produtos é composto por atividades, onde são consideradas as necessidades do mercado, restrições tecnológicas, estratégias competitivas de produto e da empresa, buscando atender às especificações do projeto do produto e de seu respectivo processo produtivo. Em adição, Ulrich e Eppinger (2012) definem o desenvolvimento de produtos como um conjunto de atividades que iniciam no reconhecimento da oportunidade de mercado, e encerram após a produção com a venda e entrega do produto.

Visto que o desenvolvimento de produtos envolve atividades de execução em diferentes níveis, é evidente que ações de decisão estão inclusas neste processo. Cooper (2008) deixa claro em seu modelo de NPD (*New Product Development* – Desenvolvimento de Novos Produtos) que ao final de cada fase de desenvolvimento há uma etapa de decisão sobre a continuidade do projeto, denominada *stage-gate*, onde são analisados fatores críticos para a continuidade do projeto. Ações de decisão entre fases são encontradas também em outros modelos de Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP), como o de Clark e Fujimoto (1991), e Ulrich e Eppinger (2012).

Desta forma pode-se afirmar que atividades de decisão não somente estão inclusas no processo de DNP, como são intrínsecas, entretanto, questiona-se como são solucionados os problemas envoltos nesta relação. Atividades de decisão podem ser estudadas em diversos aspectos, e de maneira a restringir a pesquisa exposta no presente artigo, optou-se em buscar de maneira mais detalhada a relação entre os dois assuntos em função dos Métodos de Multicritério de Apoio a Decisão (MMAD). Os métodos de decisão multicritério são ferramentas que auxiliam na tomada de decisão, e geralmente são utilizados quando o nível de complexidade envolvido é alto, ou seja, está relacionado a inúmeras variáveis que interferem na decisão, que não permitem uma escolha rápida e que garanta atender as expectativas do decisor.

O objetivo do presente artigo é, portanto, expor um quadro teórico sobre os principais assuntos publicados nos últimos anos que relacionam o DNP com MMAD e desta forma identificar novas oportunidades de pesquisas na área. No próximo tópico é apresentada a metodologia utilizada para alcançar o objetivo proposto, no tópico 3 e 4 encontra-se o referencial teórico sobre os principais assuntos abordados no artigo, no tópico 5 estão expostos os resultados obtidos através da metodologia e no tópico 6 as conclusões obtidas com o estudo.

2. Metodologia

Para atender o objetivo do estudo foi utilizada a metodologia de pesquisa bibliográfica denominada de Referencial Bibliográfico Sistemático (RBS) proposto por Kitchenham (2004). Esse método, segundo a autora, é viável para avaliação e interpretação de todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma questão de pesquisa específica, área temática ou fenômeno de interesse.

A RBS é estruturada em três fases fundamentais: planejamento, realização e relato dos resultados. As fases realizadas para o presente estudo são apresentadas nos próximos tópicos.

2.1 Planejamento da RBS

No Quadro 1 a seguir estão descritos os dados necessários para a referida fase do levantamento.

Dados necessários para a fase de Planejamento da RBS	
Objetivo da revisão	Levantar estudos que abordem os temas de desenvolvimento de produtos e métodos multicritério de apoio a decisão
Fontes para identificação de estudos primários	Materiais consultados: Periódicos
	Bases de dados consultadas: Science Direct, Web of Science e Scopus
	Palavras-chave: New Product Development; Multicriteria Decision Analysis
	Período: 2005 - 2015
Avaliação da qualidade dos dados filtrados	Artigos de periódicos com avaliação Qualis A1, A2 e B1
Critérios de inclusão/exclusão	Filtro 1: Artigos com a palavra-chave “product” no título; Filtro 2: Artigos com a palavra-chave “Multicriteria Decision Analysis” no resumo; Filtro 3: Leitura do resumo para seleção apenas de artigos que apontam a relação entre os dois assuntos do objetivo da revisão

Quadro 1 - Dados para planejamento do referencial bibliográfico sistemático

2.2 Realização da RBS

No levantamento realizado diretamente nas bases de dados, foram considerados para filtro o período de publicação e as palavras-chave. Nesse primeiro levantamento foram registrados 5094 artigos, sendo que todos foram listados em planilhas eletrônicas com todas as informações disponíveis através das bases de dados.

Através da listagem foram removidos artigos duplicados, o que resultou em 5046 artigos. O próximo filtro foi aplicado, onde foram selecionados apenas os que são qualificados como A2, A1 e B1 pela última atualização da Qualis, resultando em 3291 artigos. Com os artigos resultantes foram buscados os que apresentavam a palavra *product* (produto) no título, obtendo-se 262 artigos. Nestes, foi realizado o último filtro direto onde foram buscados artigos que contivessem a palavra *Multicriteria Decision Analysis* no resumo, e que fosse clara a relação dessa palavra-chave com o desenvolvimento de produtos, finalizando a busca em 18 artigos relevantes ao objetivo da RBS.

2.3 Resultado da RBS

No Quadro 2 estão listados os artigos resultantes da RBS. A descrição detalhada dos artigos e o quadro teórico estão expostos no tópico 5.

Ano	Autores	Título	Periódico	Qualis
2015	Wang, Xiaojun	A case study of an integrated fuzzy methodology for green product development	European Journal of Operational Research	A1
2014	Selim Zaim, Mehmet Sevkli, Hatice Camgöz-Akdağ, Omer F. Demirel, A. Yesim Yayla, Dursun Delen	Use of {ANP} weighted crisp and fuzzy {QFD} for product development	Expert Systems with Applications	A2

2014	S. Vinodh, V. Kamala, Jayakrishna K.	Integration of ECQFD, TRIZ, and {AHP} for innovative and sustainable product development	Applied Mathematical Modelling	A2
2013	H. Shidpour, M. Shahrokhi, A. Bernard	A multi-objective programming approach, integrated into the {TOPSIS} method, in order to optimize product design; in three-dimensional concurrent engineering	Computers & Industrial Engineering	A2
2012	Yan, H.-B.	A fuzzy linguistic go/no-go decision model in new product development	Advanced Materials Research	A1
2011	Huynh, VN; Nakamori, Y	A Linguistic Screening Evaluation Model in New Product Development	Ieee Transactions on Engineering Management	B1
2011	Lu, J; Ma, J; Zhang, GQ; Zhu, YJ; Zeng, XY; Koehl, L	Theme-Based Comprehensive Evaluation in New Product Development Using Fuzzy Hierarchical Criteria Group Decision-Making Method	Ieee Transactions on Engineering Management	A1
2011	Chiu-Chi Wei, Houn-Wen Chang	A new approach for selecting portfolio of new product development projects	Expert Systems with Applications	A2
2011	Chin-Nung Liao	Fuzzy analytical hierarchy process and multi-segment goal programming applied to new product segmented under price strategy	Computers & Industrial Engineering	A2
2011	Hao-Tien Liu	Product design and selection using fuzzy {QFD} and fuzzy {MCDM} approaches	Applied Mathematical Modelling	A2
2009	H.S. Wang, Z.H. Che, M.J. Wang	A three-phase integrated model for product configuration change problems	Expert Systems with Applications	A2
2008	Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin	A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening	International Journal of Approximate Reasoning	A2
2008	Kwai-Sang Chin, Dong-ling Xu, Jian-Bo Yang, James Ping-Kit Lam	Group-based ER-AHP system for product project screening	Expert Systems with Applications	A2
2007	Gheorghe, R; Xirouchakis, P	Decision-based methods for early phase sustainable product design	International Journal of Engineering Education	B1
2006	Yi-Chia Chiu, Benson Chen, Joseph Z. Shyu, Gwo-Hshiung Tzeng	An evaluation model of new product launch strategy	Technovation	A1
2004	Lin, CT; Chen, CT	New product Go/No-Go evaluation at the front end: A fuzzy linguistic approach	Ieee Transactions on Engineering Management	B1

2004	Gülçin Büyükoçkan, Orhan Feyzioğlu	A fuzzy-logic-based decision-making approach for new product development	International Journal of Production Economics	A1
------	--	--	---	----

Quadro 2 - Artigos resultantes da RBS

3. Desenvolvimento de novos produtos

Em países em desenvolvimento como o Brasil, o PDP caracteriza-se na maioria dos casos como a consolidação de competências locais para adaptação de projetos mundiais participando de atividades específicas destes projetos. No caso de empresas multinacionais, pode haver a responsabilidade por etapas do desenvolvimento e fornecimento global do produto em função da capacidade de manufatura. Há ainda uma terceira característica do PDP, que é realizado por empresas globais onde cada filial é responsável pelo desenvolvimento de produto em função de suas capacidades tecnológicas e de manufatura (ROZENFELD et al. 2010).

Os estudos e modelos desenvolvidos sobre DNP ou PDP tem seguido basicamente três linhas de pensamento: a linear, a recursiva e a caótica. Os modelos lineares são os métodos mais tradicionais e lógicos da gestão do projeto focando nas saídas de cada atividade em relação ao tempo e custo, um exemplo desse modelo é o Stage-gate® de Cooper. As linhas de pensamento recursiva e caótica referem-se aos processos de desenvolvimento onde há grandes inovações. Os modelos recursivos apresentam eventos em que uma atividade pode ser múltipla, concorrente e divergente e o processo inclui feed-back e loop de realimentação de informações. A linha de pensamento caótica refere-se ao modelo de processo que inicia com atividades não definidas vinculadas a inovação e finaliza-se com atividades semelhantes ao modelo linear (MCCARTHY et al., 2006).

Os modelos lineares são os mais difundidos e são o foco da pesquisa aqui exposta. Neste contexto, o desenvolvimento de produtos é um processo de negócio que está se tornando cada vez mais crítico em relação a competitividade, e essa característica está relacionada com a internacionalização de mercados, consequente aumento de diversidade e variedade de produtos, e a redução do ciclo de vida. O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) possui, neste aspecto, papel estratégico relevante buscando identificar as necessidades do mercado e dos clientes, as possibilidades tecnológicas, busca o desenvolvimento em tempo adequado e um custo competitivo (ROZENFELD et al.2010).

Segundo Ulrich e Eppinger (2012), o PDP é uma sequência de etapas ou atividades que uma organização utiliza para conceber, projetar e comercializar um produto, sendo a maioria dessas atividades de cunho intelectual e organizacional. Segundo os autores, um PDP bem definido é viável por garantir a qualidade, pela coordenação que exige, pelo planejamento necessário, pela gestão e melhorias que podem ser alcançadas.

Os modelos de PDP seguem, portanto, fases sequenciais de atividades. O Stage-gate® por exemplo, considera quatro fases principais de desenvolvimento: Desenvolvimento do conceito do produto, projeto do produto, teste e validação e lançamento do produto. Já o modelo de Ulrich e Eppinger (2012) considera seis fases: planejamento, desenvolvimento do conceito, projeto sistêmico, projeto detalhado, testes e melhorias, e produção inicial.

Independentemente do modelo de PDP a ser considerado, é notável que em todas as ações de decisão são necessárias, sejam elas para definição de atividades, ou para decidir sobre planos de continuidade do projeto. Para que possa ser feita a análise da relação do PDP com MMAD, no tópico seguinte serão sintetizados os principais conceitos sobre decisão multicritério.

4. Métodos de decisão multicritério

Os métodos de decisão multicritério são voltados à avaliação de um conjunto de possíveis ações ou alternativas potenciais, sendo que a avaliação pode estar direcionada a diferentes formas: seleção de uma alternativa preferida, ordenação das alternativas da melhor para a pior, classificação das alternativas em grupos distintos, entre outros (ROY e VINCKE, 1981). Todos os métodos, entretanto, possuem como semelhança a ideia de que a maioria das decisões pode apresentar um melhor resultado se houver a decomposição da avaliação global das alternativas através de critérios relevantes ao problema em análise (EHRGOTT, FIGUEIRA e GRECO, 2010).

Roy e Vincke (1981) enfatizam que os métodos de decisão multicritério são embasados em modelos constituídos, em parte, de hipóteses matemáticas necessariamente restritivas, mas também são consideradas as informações subjetivas advindas do decisor. Quando se analisa qual método multicritério pode ser utilizado, além de ser necessário identificar se trata-se de ordenação, classificação ou seleção, deve ser observado se os critérios envolvidos são compensatórios ou não. Critérios compensatórios são aqueles que aumentam a medida que outro diminui, em contrapartida, os não compensatórios não admitem nenhuma forma de compensação (GUITOUNI e MARTEL, 1998).

Os principais métodos multicritério utilizados, segundo Guitouni e Martel (1998) são:

- MAUT (*Multiattribute Utility Theory*) ou MAVT (*Multiattribute Value Theory*): método utilizado em problemas de seleção, denominados problemas de critério único de síntese;
- AHP (*Analytic Hierachy Process*): também é um método que busca a seleção da melhor alternativa, entretanto, utiliza-se de comparações aos pares para avaliar a decisão e cria níveis hierárquicos entre as alternativas;
- ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*): Família de métodos multicritério os quais podem ser tanto de escolha, quando de ordenação e classificação.
- PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*): Possui os mesmos princípios do ELECTRE e introduz seis funções para descrever a preferência do decisor de acordo com cada critério;

Com base nos conceitos básicos ilustrados, no tópico a seguir serão expostos os resultados encontrados através da RBS.

5. Resultados

Foi possível identificar que um dos pontos abordados na relação entre DNP e métodos multicritério é direcionado às decisões com aspecto sustentável ou ambiental. No artigo de Xiaojun (2015), o método multicritério é direcionado para avaliação de desempenho ambiental de diferentes produtos, levando em consideração a análise de ciclo de vida de cada um. A pesquisa de Vinodh, Kamala e Jayakrishna (2014) é voltada a proposta de um modelo que integra ferramentas utilizadas no DNP com o método AHP objetivando um desenvolvimento inovador e sustentável de componentes automotivos. Gheorghe e Xirouchakis (2007) propõem um método de avaliação dos projetos de produtos no estágio inicial, e através de um estudo de caso selecionam a melhor opção de projeto considerando os aspectos de sustentabilidade.

A ferramenta de QFD (Quality Function Deployment- Desdobramento Função Qualidade) foi um aspecto em comum de alguns artigos. Zaim et al. (2014) utilizam o método multicritério para obter as melhores características técnicas de classificação de um produto e serviço durante a implementação do QFD. A ferramenta de DNP utilizada na pesquisa de Vinodh, Kamala e Jayakrishna (2014), já citada no contexto de sustentabilidade, é o QFD. Liu (2011) em seu estudo integra o uso do QFD e o modelo de seleção (multicritério) de produtos para desenvolver uma abordagem de seleção e projeto de produto.

Métodos multicritério são utilizados no DNP na escolha de fornecedores para compor a cadeia de suprimentos, o que foi constatado no estudo de Shidpour, Shahrokhi e Bernard (2013). Nesse contexto, Wang, Che e Wang (2009) desenvolveram um modelo que objetiva encontrar as melhores estratégias para mudança de configuração dos produtos, de modo a selecionar a combinação adequada para fornecedores de peças.

Os demais estudos utilizam os métodos multicritério em fases ou atividades específicas do processo de desenvolvimento, ou para auxílio na decisão entre projetos de produto. Nota-se que os métodos estão relacionados com a preocupação em tomadas de decisão nos momentos críticos onde incorrem riscos e incertezas de projeto. Os riscos podem ocorrer tanto em fases iniciais de desenvolvimento, quanto em fases de lançamento do produto.

Liao (2011) utiliza MMAD para selecionar a melhor estratégia de preço no desenvolvimento de um novo produto. O custo pode ser tratado como um critério para tomada de decisão, assim como tempo, número de envolvidos e treinamento necessário, portanto, os demais critérios podem ser utilizados para novos modelos de decisão entre melhores projetos.

Com base nos resultados encontrados, no próximo tópico serão levantadas as conclusões obtidas com a pesquisa.

6. Conclusões

Após a análise dos artigos resultantes da RBS observou-se que as pesquisas estão direcionadas para pontos específicos, ou ainda, em atividades e critérios específicos no PDP. Logo, tendo em vista as etapas dos processos e os modelos de PDP, foram levantadas as seguintes oportunidades de pesquisa:

- Utilização de ferramentas multicritério para priorização de atividades na criação de modelos de PDP;
- Métodos multicritério aplicados na decisão de critérios a serem priorizados no PDP;
- Aplicação de ferramentas multicritério objetivando a criação ou melhoria de modelos de PDP.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem pelo auxílio concedido pela CAPES e pela Fundação Araucária através da bolsa e complementos.

Referências

BÜYÜKÖZKAN, G.; FEYZIOĞLU, O. A fuzzy-logic-based decision-making approach for new product development, International Journal of Production Economics, v. 90 (1), p. 27-45, 2004.

- CHIN, K.; XU, D.; YANG, J.; LAM, J. P. *Group-based ER-AHP system for product project screening*, Expert Systems with Applications, v. 35 (4), p. 1909-1929, 2008.
- CHIU, Y.; CHEN, B.; SHYU, J. Z.; TZENG, G. *An evaluation model of new product launch strategy*. Technovation, v. 26, p. 1244-1252, 2006.
- CLARK, K.; FUJIMOTO, T. *Product development performance: strategy organization and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- COOPER, R. G. *The Stage-Gate Idea-to-Launch Process-Update, What's New and NexGen Systems*. Journal Product Innovation Management, v. 25, n. 3, p. 213-232, Maio 2008.
- GUITOUNI, A.; MARTEL, J. M. *Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method*, European Journal of Operational Research, 109 (2), 501-521, 1998.
- HUYNH, V. N.; YOSHITERU, N. *A Linguistic Screening Evaluation Model in New Product Development*, Engineering Management, IEEE Transactions, v. 58 (1), p.165-175, 2011.
- KITCHENHAM, B. *Procedures for performing systematic reviews*. Joint Technical Report, Keele University Technical Report and Empirical Software Engineering National ICT Australia Ltd., p. 33, 2004.
- LIAO, C. *Fuzzy analytical hierarchy process and multi-segment goal programming applied to new product segmented under price strategy*, Computers & Industrial Engineering, v. 61 (3), p. 831-841, 2011.
- LIN, C.; CHEN, C. *New product go/no-go evaluation at the front end: a fuzzy linguistic approach*, Engineering Management, IEEE Transactions, v.51 (2), p.197-207, 2004.
- LIU, H. *Product design and selection using fuzzy QFD and fuzzy MCDM approaches*, Applied Mathematical Modelling, v. 35 (1), p. 482-496, 2011.
- LU, J.; MA, J.; ZHANG, G.; ZHU, Y.; ZENG, X.; KOEHL, L. *Theme-Based Comprehensive Evaluation in New Product Development Using Fuzzy Hierarchical Criteria Group Decision-Making Method*. Industrial Electronics, IEEE Transactions, v. 58 (6), p. 2236-2246, 2011.
- MCCARTHY, I. P.; TSINOPOULOS, C.; ALLEN, P.; ROSE-ANDERSEN, C. *New product development as a complex adaptive system of decisions*. Journal of Product Innovation Management, 23(5), 437-456, 2006.
- RAZVAN, G.; PAUL, X. *Decision-based methods for early phase sustainable product design*. International Journal Of Engineering Education, v. 23, p. 1065-1080, 2007.
- ROY, B.; VINCKE, P. *Multicriteria Analysis: Survey and news directions*. European Journal of Operational Research, 8 (3), 207 – 218, 1981.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo*. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 542 p.
- SALVATORE, G.; EHRGOTT, M.; FIGUEIRA, J. R. *Trends in Multiple Criteria Decision Analysis*. Springer US, v. 1, 2010.
- SHIDPOUR, H.; SHAHROKHI, M.; BERNARD, A. *A multi-objective programming approach, integrated into the TOPSIS method, in order to optimize product design; in three-dimensional concurrent engineering*, Computers & Industrial Engineering, v. 64 (4), p. 875-885, 2013.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. *Product design and development*. 5th ed. Boston: McGraw Hill, c2012. xv, 415 p.
- Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (guia PMBOK ®) / [texto e tradução] Project Management Institute*. - 5ª. ed. - São Paulo: Saraiva, 2014.
- VINODH, S.; KAMALA, V.; JAYAKRISHNA, K. *Integration of ECQFD, TRIZ, and AHP for innovative and sustainable product development*, Applied Mathematical Modelling, v. 38 (11-12), p. 2758-2770, 2014.
- YAN, H. B.; MA, H. B. *A Fuzzy Linguistic Go/No-Go Decision Model in New Product Development*, Advanced Materials Research, v. 544, p. 121-129, 2012.
- ZAIM, S.; SEVKLI, M.; AKDAĞ, H. C.; DEMIREL, O. F.; YAYLA, A. Y.; DELEN, D.; *Use of ANP weighted crisp and fuzzy QFD for product development*, Expert Systems with Applications, v. 41 (9), p. 4464-

4474, 2014.

WANG, X. *A case study of an integrated fuzzy methodology for green product development.* European Journal of Operational Research, p. 212 – 223, v. 241 (1), 2015.

WANG, H.S.; CHE, Z.H.; WANG, M.J. *A three-phase integrated model for product configuration change problems,* Expert Systems with Applications, v. 36 (3), p. 5491-5509, 2009.

WANG, Y.; CHIN, K. *A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening,* International Journal of Approximate Reasoning, v. 49 (2), p 451-465; 2008.

WEI, C.; CHANG, H. *A new approach for selecting portfolio of new product development projects,* Expert Systems with Applications, v. 38 (1), p. 429-434, 2011.