

Uma revisão das abordagens para o desenvolvimento enxuto de produtos

A review of approaches to lean products development

Suzana Regina Moro (UTFPR) - suzana.moro19@gmail.com

Aldo Braghini Júnior (UTFPR) - aldo@utfpr.edu.br

Resumo: O desenvolvimento de produto é um amplo campo de atuação que envolve o planejamento, concepção, criação e marketing de um novo produto. Para vencer a concorrência, os novos produtos desenvolvidos precisam oferecer aos clientes mais funcionalidades, melhor preço e maior qualidade e ainda serem colocados no mercado a frente da concorrência. Neste cenário, o desenvolvimento enxuto e ágil de produtos torna-se uma prerrogativa para a sobrevivência das empresas. Este trabalho objetiva fornecer uma breve introdução sobre o assunto e verificar a abrangência e importância do assunto nos últimos anos. Foi feita uma revisão sistemática nas bases mais importantes, visando identificar os periódicos de alto impacto que abordam o assunto. Os resultados indicam aumento na importância que o assunto vem ganhando, principalmente nos periódicos de maior impacto, revelando constante preocupação por parte de pesquisadores com o estudo do desenvolvimento de produtos através de práticas enxutas. Além disto, pode-se concluir que trata-se de um assunto que ainda pode ser muito explorado, principalmente no que diz respeito ao contexto mais atual e aos resultados que puderam ser obtidos em empresas que aplicam as técnicas enxutas para desenvolver seus produtos.

Palavras-chave: Pensamento enxuto; Valor; Processo de desenvolvimento de Produto; Desenvolvimento enxuto de produtos.

Abstract: Product development is a broad field of action that involves planning, designing, creating and marketing of a new product. To beat the competition, the new products developed must offer to customers more features, better price and higher quality and also be placed on the market ahead of the competition. In this scenario, lean and agile product development becomes a prerogative for the survival of the companies. This paper aims to provide a brief introduction to the subject and verify the scope and importance of the subject in recent years. It was made a systematic review on the most important bases, aiming to identify the high-impact journal articles that discuss the issue. The results indicate increase on importance that the subject has been gain, especially in the highest impact journals, showing constant concern on the part of researchers to study the development of products through lean practices. In addition, it can be concluded that this is a subject that still is little explored, mainly with regard to the current context and about the results that could be obtained in companies that apply lean techniques to develop their products.

Keywords: Lean Thinking; Value; Product development process; Lean product development.

1. Introdução

Com o aumento da competição globalizada, as empresas precisam defender-se não só dos seus concorrentes tradicionais, mas também das empresas que surgem no mercado com ofertas inovadoras e produtos substitutos (Robbins, 2009). Assim, as organizações bem-sucedidas são aquelas que conseguem mudar rapidamente para enfrentar a concorrência, com agilidade e flexibilidade para desenvolver novos produtos e colocá-los no mercado. O sucesso está fortemente atrelado a processos de produção mais curtos, ciclos mais rápidos para os produtos e constante oferta de novidades para os clientes.

A razão para a existência de uma empresa é o valor que suas operações podem fornecer aos seus clientes e, em um mercado competitivo, isso significa que o que a empresa oferece, deve ser melhor do que o que qualquer outra empresa oferece, pelo menos em parte do tempo (Crawford e Di Benedetto, 2010). As organizações estão vivendo um cenário em que precisam manter ou aumentar a qualidade do produto e reduzir o tempo de colocação do produto no mercado simultaneamente (Tyagi *et al.*, 2015b).

As empresas enxutas veem os preços e as características atuais que estão sendo oferecidos aos clientes e em seguida verificam quanto do custo podem eliminar aplicando os métodos enxutos (Womack e Jones, 2004). Neste contexto, os conceitos enxutos aplicados ao desenvolvimento de produtos enquadram-se perfeitamente. Desta forma, este estudo objetiva verificar com base em uma revisão sistemática a importância dedicada ao assunto em questão e lacunas ainda verificadas.

Inicialmente no item 2 será feita uma revisão sobre os conceitos fundamentais: *Lean thinking*, o conceito de valor utilizado pela filosofia *lean*, após será abordado o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e para finalizar o desenvolvimento *lean* de produtos. O item 3 descreve a metodologia utilizada para a revisão sistemática e o item 4 apresenta os resultados obtidos. Para finalizar serão apresentadas as conclusões finais sobre o assunto.

2. Referencial teórico

2.1. *Lean thinking*

O *lean thinking*, que pode ser traduzido como pensamento enxuto, representa uma das escolas mais recentes de pensamento industrial. Ele contrasta diretamente com o sistema de produção em massa que enfatiza a economia de escala, que advém da produção de grandes quantidades de itens em um modo em lote/ fila (Womack e Jones, 2004).

O termo *lean thinking* foi cunhado pela primeira vez por Womack, Jones e Roos (1990) no famoso livro "A Máquina que Mudou o Mundo" (Tyagi *et al.*, 2015a). Mais tarde, Womack e Jones propuseram no livro "A mentalidade enxuta nas empresas" os cinco princípios *lean*. Estes princípios são: (1) especificar o valor; (2) identificar o fluxo de valor e eliminar o desperdício; (3) fazer o valor fluir, (4) deixar o cliente puxar o valor; e (5) perseguir a perfeição (Womack e Jones, 2004).

O pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com menos: menos recursos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e espaço, contudo, oferecendo aos clientes exatamente o que eles desejam (Womack e Jones, 2004).

2.2. O conceito de Valor

A definição do conceito de Valor é o ponto de partida da mentalidade enxuta. O valor só pode ser definido pelo cliente final do produto, porém é criado pelo produtor (Womack e Jones, 2004). Para o cliente, é a necessidade que gera o valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade e procurar satisfazê-la. As necessidades dos clientes não são fáceis de identificar e prever (Lee *et al.*, 2010) e satisfazer as necessidades dos clientes não é apenas uma conveniência, mas também uma obrigação para a empresa (Wang, 2011).

As empresas precisam responder rapidamente a várias necessidades dos clientes, sincronizando a criação de produtos e entrega através de fluxo e armazenamento eficiente e efetivo da informação ao longo da cadeia de valor (Zhang e Vonderembse e Lim, 2006).

Especificar o valor do produto com precisão é o primeiro passo essencial no pensamento enxuto, pois oferecer um produto errado na forma certa é um desperdício (Womack e Jones, 2004). As causas mais comuns de insucessos de novos produtos incluem "nenhuma necessidade para o produto" e "havia uma necessidade, mas o novo produto não atendeu a essa necessidade" (Crawford e Di Benedetto, 2010).

Na especificação do valor, a tarefa mais importante, depois de definido o produto, é determinar o custo-alvo do produto com base no volume de recursos e no esforço necessário para fabricar um produto com determinadas especificações e capacidades (Womack e Jones, 2004). A configuração das necessidades dos clientes exige que os clientes expressem suas necessidades em um parâmetro de projeto específico e os métodos não podem capturar as percepções e preferências dos clientes através de características subjetivas (Wang e Tseng, 2011).

O sucesso de um produto ou serviço depende muito de como ele atende às necessidades e expectativas dos usuários, assim cada vez mais as empresas se esforçam para obtenção das

informações necessárias para determinar o que o cliente realmente quer (Bouchereau e Rowlands, 2000).

Alexander Osterwalder e Yves Pigneur (2011), ao explicar os nove componentes do quadro do modelo de negócios do “*Business Model Innovation*”, modelo muito difundido atualmente, descrevem que “a proposta de valor é o motivo pelo qual os clientes escolhem uma empresa ou outra” (Osterwalder e Pigneur, 2011, p. 22). E esta proposta de valor cria valor para um específico segmento de clientes, com a combinação de elementos direcionados especificamente para as necessidades daquele segmento (Osterwalder e Pigneur, 2011).

2.3. Processo de desenvolvimento de produto

Segundo Back *et al.* (2008, p. 4), “entende-se desenvolvimento de produtos como todo o processo de transformação de informações necessárias para a identificação da demanda, a produção e o uso do produto”. Os primeiros estudos das atividades de projeto como disciplina independente iniciaram-se após a Segunda Guerra Mundial na Alemanha. Na década de 1980 os Estados Unidos e a Inglaterra realizaram estudos para identificar as razões de perda da competitividade de seus produtos, os quais evidenciaram que essas perdas estavam associadas a deficiências na qualidade de projeto dos seus produtos, e apontou-se como um dos principais fatores o planejamento inadequado em ensino e pesquisa de princípios, teorias, metodologias e ferramentas de apoio ao projeto (Back *et al.*, 2008).

Para cumprir a missão de favorecer a competitividade da empresa, o PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) deve ser eficaz e eficiente (Rozenfeld *et al.*, 2006). Atualmente, desenvolver projetos complexos é praticamente inconcebível sem a adoção de procedimentos específicos ou de uma metodologia (Back *et al.*, 2008). As metodologias prescritivas para o desenvolvimento de produtos surgiram entre os anos de 1960 e 1980, destacando-se as contribuições de autores como Asimov, Back, Coryell, Pahl e Beitz e Woodson (Back *et al.*, 2008).

A obra de Pahl (1988), resultante dos esforços de pesquisa sobre princípios e metodologias de projeto de produtos da Alemanha, apesar de ter sido publicada inicialmente em 1977, ainda é uma das metodologias prescritivas mais referenciadas (BACK *et al.*, 2008). Segundo a metodologia de Pahl *et al.* (1988), o processo de desenvolvimento de produtos é dividido em quatro fases principais: planejamento do produto, projeto conceitual, o projeto preliminar e o projeto detalhado, conforme apresentado na Figura 1.

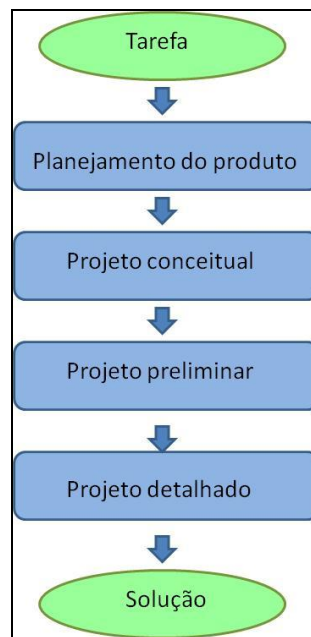


Figura 1 - Fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos

Fonte: Adaptado de Pahl *et al.* (1988)

O Processo de desenvolvimento de produtos é complexo e menos estruturado em comparação com outros processos de negócios ou de fabricação, pois ele envolve características de criatividade, interatividade, de evolução, de incerteza e de cooperação (Jun e Suh, 2008).

A competição global acirrada resultou em mudanças rápidas nos ambientes tecnológicos, bem como dos gostos e preferências dos clientes, diminuindo o ciclo de vida do produto e fazendo com que as empresas tenham que introduzir novos produtos constantemente no mercado (Huang e Chu, 2010).

A maioria das empresas considera o desenvolvimento de produtos uma tarefa desafiadora, porém fundamental para superar a concorrência (Tyagi *et al.*, 2015b). Assim, para que as empresas consigam tornarem-se ágeis no desenvolvimento de produtos, garantindo, assim, ineditismo e melhores práticas perante os concorrentes, a estruturação do processo de desenvolvimento de produtos baseada em princípios enxutos torna-se um caminho cada vez mais seguido pelas empresas.

À primeira vista, as práticas e recomendações para as empresas que desenvolvem produtos assemelham-se muito com o processo tradicional, pois existem ainda as mesmas fases em que o trabalho é feito e estágios em que as decisões devem ser tomadas. Porém, os

detalhes do processo e sua função são bastante diferentes: O que surge é um processo mais ágil, vibrante, dinâmico e flexível, que é mais rápido, adaptável e baseado no risco, chamado Triplo A que é adaptável e flexível, ágil e acelerado (Cooper, 2014). O modelo sugerido por Cooper recentemente é apresentado na Figura 2.

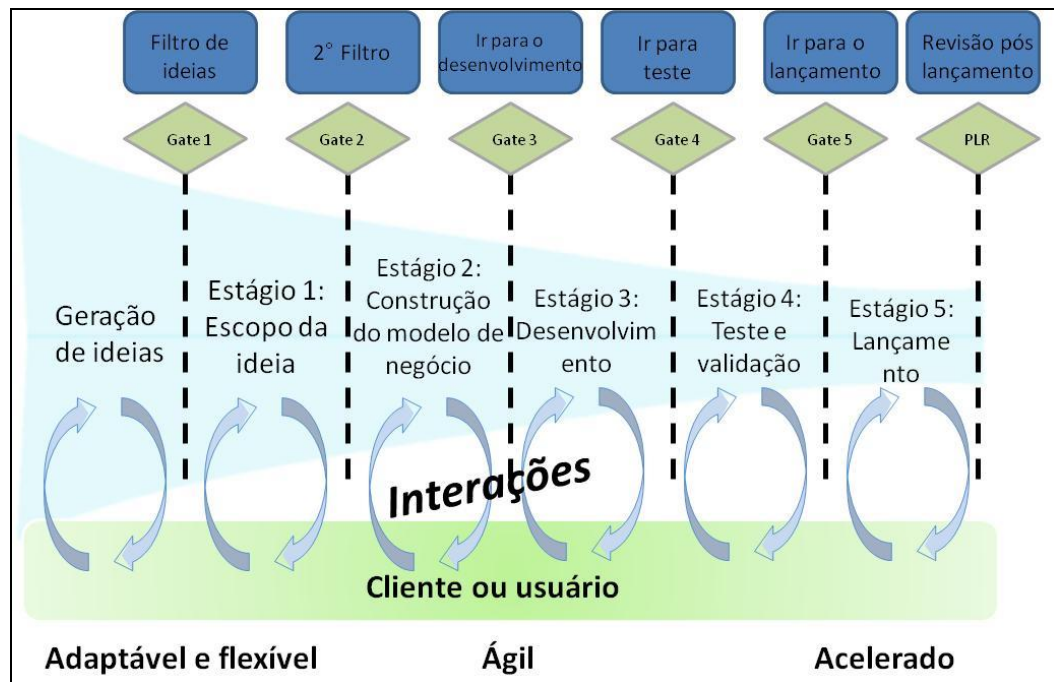


Figura 2 - Desenvolvimento de Produtos de Cooper baseado no Triplo A

Fonte: Adaptado de Cooper (2014)

Como pôde ser percebido, o contexto atual vem modificando o cenário do desenvolvimento de produtos através da incorporação de novos conceitos e mudança de paradigmas pré-estabelecidos, assim revelando a importância da pesquisa de tópicos mais recentes desenvolvidos e da busca constante de aperfeiçoamento por parte das empresas dos seus processos, para desenvolver produtos com maior assertividade.

2.4. Desenvolvimento lean

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), desenvolvimento *lean* é uma abordagem para a gestão de desenvolvimento de produto baseada nos princípios de manufatura enxuta, baseada na busca pela maximização do valor agregado no produto ao cliente, diminuição dos desperdícios e busca da melhoria contínua em direção à perfeição. “A meta do desenvolvimento *lean* é aprender rapidamente como fazer bons produtos” (Ward, 2011, p. 2).

Mascitelli (2007) considera que os princípios do *Lean Thinking* apresentados por James Womack e Dan Jones (2004) se enquadram perfeitamente ao contexto do desenvolvimento de produtos, e podem ser assim descritos:

- ✓ Princípio 1: Precisamente especificar o valor do novo produto;
- ✓ Princípio 2: Identificar o fluxo de valor para criar o novo produto;
- ✓ Princípio 3: Permitir que o valor possa fluir sem interrupções;
- ✓ Princípio 4: Deixar o cliente puxar o valor da equipe de desenvolvimento;
- ✓ Princípio 5: Continuamente perseguir a perfeição.

A abordagem enxuta cria equipes de desenvolvimento de produtos dedicadas e aptas, utilizando métodos padronizados como o Desdobramento da Função Qualidade (*QFD – Quality Function Deployment*), para conduzir a especificação de valor, projeto do produto e planejamento da produção (Womack e Jones, 2004).

As etapas cruciais do desenvolvimento *Lean*, conforme denominadas por Ward (2011) seguem o princípio LAMDA:

- ✓ *Look*: olhe;
- ✓ *Ask*: Pergunte, vá até a causa raiz;
- ✓ *Model*: modele, utilizando análise, simulação, protótipos e modelos;
- ✓ *Discuss*: discuta;
- ✓ *Act*: aja, testando seu entendimento experimentalmente.

A aplicação do conceito *lean* ao desenvolvimento do produto ainda é uma novidade ou está em processo de maturação nas empresas, apesar do sucesso das iniciativas de *lean* dentro da manufatura (Schulze e Störmer, 2012).

Após a verificação de literaturas que consideravam questionável a implementação de princípios *lean* no desenvolvimento de produtos e a constatação de que algumas ferramentas e métodos que suportam a criação do conhecimento não são necessariamente enxutas, Tyagi *et al.* (2015) propuseram um conjunto de dez ferramentas e métodos *lean* para verificar como estes contribuem para a criação de conhecimento. Após discutir os méritos individuais de cada ferramenta/ método concluíram que as ferramentas e métodos enxutos, de maneira geral, podem promover a aprendizagem e a criação de conhecimento, e que a criação correta e

rápida de conhecimento pode resultar em um desenvolvimento mais rápido e melhorar a qualidade dos produtos (Tyagi *et al.*, 2015).

Os principais benefícios que podem ser obtidos através do desenvolvimento de produtos *lean*, conforme Ward (2011) são:

- ✓ Reduzir o tempo de desenvolvimento;
- ✓ Reduzir problemas de qualidade;
- ✓ Aumentar a inovação;
- ✓ Reutilizar sistemas e peças de produção, reduzindo assim custos e melhorando a qualidade.

O desenvolvimento *lean* de produtos enfatiza que o aumento da competitividade é obtido pela redução de custos de desenvolvimento e de produtos, maior qualidade do produto, maiores receitas e aumento da participação no mercado (Johansson e Sundin, 2014). Desta forma, visando melhores resultados, grande número de empresas vem utilizando as práticas de desenvolvimento enxuto de produtos e outras ainda planejam implementar ferramentas e métodos visando obterem melhores resultados no PDP.

3. Metodologia

Visando verificar a importância e a abrangência do desenvolvimento enxuto de produtos, além da evolução e preocupação com o assunto em questão, foi feita uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) através da busca de artigos de periódicos que integram o desenvolvimento de produtos com a metodologia *lean*. Além disto, a busca visou identificar os artigos publicados mais recentemente, já que o assunto vem adquirindo importância cada vez maior no contexto atual e que as contribuições de pesquisas mais recentes podem indicar caminhos para que as empresas inspirem suas práticas e melhorem seus processos. Para a realização da revisão sistemática seguiram-se os passos e a sequência descritos na Figura 3, sendo esta metodologia para a realização da pesquisa adaptada ao contexto da pesquisa a partir da metodologia proposta por Conforto, Amaral e Silva (2011).

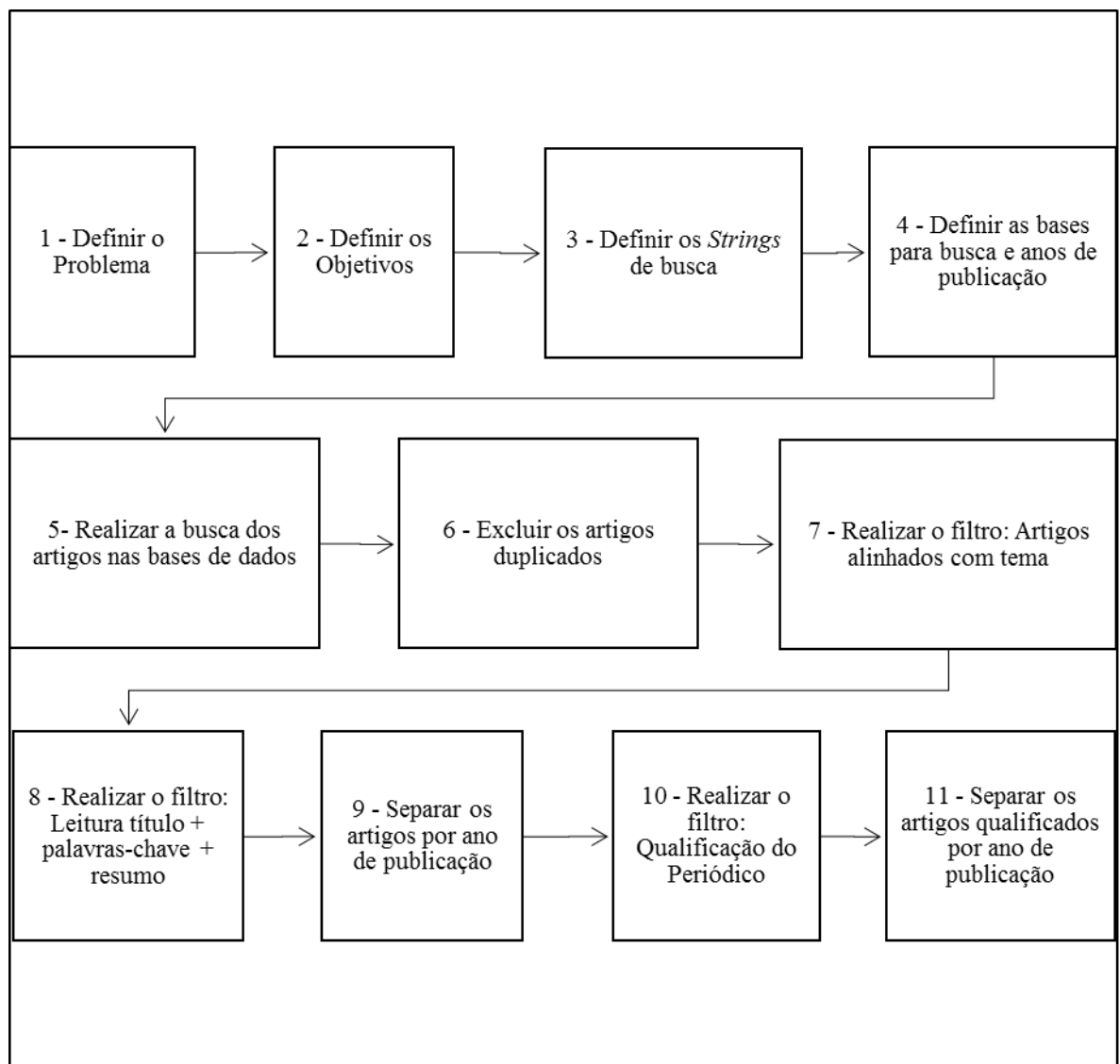


Figura 3 – Fluxograma dos passos a realização do estudo

Fonte: Autor

Após as buscas nas bases de dados, os artigos selecionados foram armazenados utilizando o software EndNote X7.

Para o filtro Qualificação do periódico, foram selecionados os com estrato Qualis (CAPES) igual ou superior a B1 na área de avaliação Engenharias III, e nos casos em que não possui tal classificação foi considerado o fator de impacto (JCR- *Journal Citation Reports*), sendo selecionados os com fator de impacto (JCR) igual ou superior a 1, considerando a classificação referente ao ano de 2013.

4. Resultados

Utilizando a metodologia proposta, obtiveram-se os seguintes resultados, conforme apresentado na Figura 4.

<p>1- Problema: Quais as abordagens para o desenvolvimento enxuto de produtos?</p>
<p>2- Objetivos: Quantificar os artigos que abordam o desenvolvimento de produtos utilizando metodologia <i>lean</i>. Analisar a evolução da preocupação com o assunto em questão. Verificar a qualificação dos artigos sobre o assunto.</p>
<p>3 - Strings de busca: <i>Lean development + Product design process; Lean thinking + Product development; Lean product development + Value; Lean design + New product sucess; Agile development + Product process.</i></p>
<p>4 - Bases de dados e data para busca: - 3 bases de dados: ISI Web of Science da Thomson Reuters, Science Direct e Scopus da Elsevier. - Data de publicação: de 2005 a 2015</p>
<p>5 - Busca: 2316 artigos, conforme o Quadro 1.</p>
<p>6 - Exclusão duplicados: 1737 artigos</p>
<p>7 - Filtro: Alinhados com tema: 1201 artigos</p>
<p>8 - Filtro: Leitura título + palavras-chave + resumo: 744 artigos</p>
<p>9 - Separação por ano de publicação: conforme o gráfico da Figura 5.</p>
<p>10 - Separação periódicos qualificados: 150 artigos</p>
<p>11 - Separação dos periódicos qualificados por ano de publicação: conforme a Figura 6.</p>

Figura 4 – Resumo dos resultados obtidos por passo

Fonte: Elaborado pelos autores

O Quadro 1 apresenta a quantidade de artigos encontrados por base de dados e por string no passo 5, conforme descrito na Figura 3.

Quadro 1 – Quantidade de artigos obtidos por base e *string*

<i>String</i>	Palavras-chave		Base de dados	Quant.	Total por <i>String</i>
1	lean development	product design process	Science Direct	19	437
	lean development	product design process	Web of Science	55	
	lean development	product design process	Scopus	363	
2	lean thinking	product development	Science Direct	7	149
	lean thinking	product development	Web of Science	23	
	lean thinking	product development	Scopus	119	
3	lean product development	value	Science Direct	34	524
	lean product development	value	Web of Science	123	
	lean product development	value	Scopus	367	
4	lean design	new product success	Science Direct	2	46
	lean design	new product success	Web of Science	11	
	lean design	new product success	Scopus	33	
5	agile development	product process	Science Direct	51	1160
	agile development	product process	Web of Science	324	
	agile development	product process	Scopus	785	

Fonte: Autor

Após o passo 8, com a leitura do título, palavras-chaves e resumo dos artigos encontrados, podê-se verificar os que realmente estavam relacionados com o desenvolvimento de produtos através do uso de uma metodologia *lean*. Estes totalizaram 744 artigos. A Figura 5 apresenta a divisão por ano dos artigos selecionados após o passo 8, conforme descrito no fluxograma apresentado na Figura 3. Convêm ressaltar que as buscas de artigos foram feitas no início do mês de maio de 2015, assim a quantidade de artigos do ano de 2015 é referente apenas ao primeiro quadrimestre (janeiro – abril).

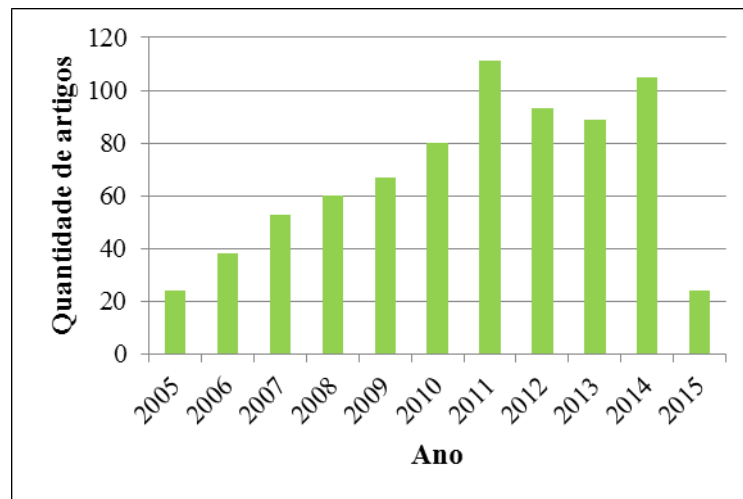


Figura 5 – Quantidade de artigos por ano

Fonte: Autor

No passo 11, apenas os periódicos qualificados, conforme descrito na metodologia e realizado no passo 10, foram separados por ano de publicação, conforme apresentado na Figura 6.

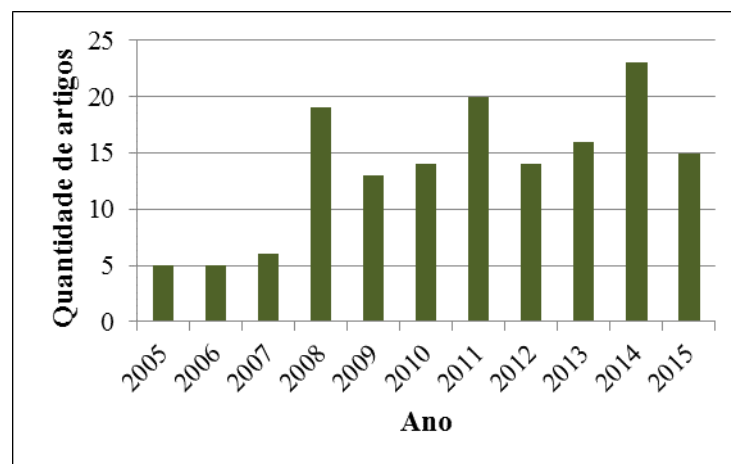


Figura 6 – Quantidade de artigos qualificados por ano

Fonte: Autor

Visando verificar o impacto das publicações sobre o desenvolvimento enxuto de produtos, a Figura 7 apresenta o comparativo da quantidade de artigos total selecionados sobre o assunto e da quantidade de artigos qualificados por ano de publicação.

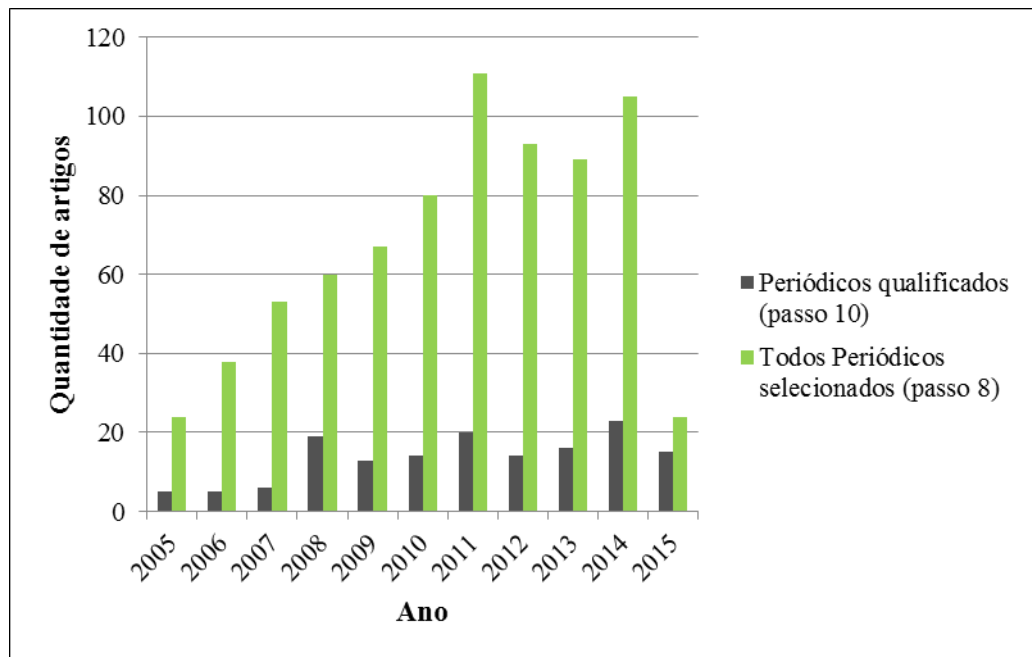


Figura 7 – Quantidade de artigos total e qualificados por ano

Fonte: Autor

5. Conclusões

Pode-se verificar que a quantidade de artigos abordando o desenvolvimento *lean* de produtos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, refletindo a busca por melhores práticas para o desenvolvimento assertivo de produtos que visam atender às necessidades dos clientes. E o número de artigos sobre o assunto aumentou em proporção maior especialmente nos periódicos de maior impacto, o que pode ser facilmente percebido quando comparamos o número de artigos de 2005 (5 artigos) com o de 2015 (15 artigos apenas no primeiro quadrimestre).

O aumento da preocupação e da abordagem do assunto revela sua importância, tanto por pesquisadores, como por empresas, pois grande parte dos artigos abordam casos de aplicação em empresas, que assim também buscam melhores resultados para seus processos.

Este estudo de caráter exploratório serviu para a verificação da importância do desenvolvimento enxuto de produtos no contexto atual, onde as empresas buscam cada vez mais diferenciais competitivos para os seus novos produtos, e esses diferenciais podem ser obtidos com a busca pela oferta do verdadeiro valor que o cliente procura.

A partir destes artigos qualificados selecionados sobre o assunto podem ser feitas outras verificações, como o tipo de estudo feito, a metodologia utilizada e os conceitos envolvidos. Os artigos selecionados podem ainda ser utilizados como referência para outros estudos mais abrangentes ou aplicações práticas.

REFERÊNCIAS

- Back, N. (2008). Projeto Integrado de Produtos: Planejamento. Concepção e Modelagem.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. L. D. (2011, September). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In Anais Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems*. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232.
- Crawford, C. M., & Di Benedetto, C. A. (2008). *New products management*. Tata McGraw-Hill Education.
- Johansson, G., & Sundin, E. (2014). Lean and green product development: two sides of the same coin?. *Journal of Cleaner Production*, 85, 104-121.
- Jun, H. B., & Suh, H. W. (2008). A modeling framework for product development process considering its characteristics. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 55(1), 103-119.
- Huang, Y. T., & Chu, W. (2010). Enhancement of product development capabilities of OEM suppliers: inter-and intra-organisational learning. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 25(2), 147-158.
- Lee, C. W., Suh, Y., Kim, I. K., Park, J. H., & Yun, M. H. (2010). A systematic framework for evaluating design concepts of a new product. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20(5), 424-442.
- Mascitelli, R. (2007). *The lean product development guidebook: everything your design team needs to improve efficiency and slash time-to-market*. Technology Perspectives.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2013). *Business model generation: inovação em modelos de negócios*. Alta Books Editora.
- Pahl, G., & Beitz, W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media.
- Robbins, S. P. (2009). *Fundamentos do Comportamento Organizacional*. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., & Amaral, D. C. (2000). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. Editora Saraiva.
- Schulze, A., & Störmer, T. (2012). Lean product development—enabling management factors for waste elimination. *International Journal of Technology Management*, 57(1/2/3), 71-91.
- Tyagi, S., Cai, X., Yang, K., & Chambers, T. (2015). Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. *International Journal of Information Management*, 35(2), 204-214.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202-212.
- Wang, K. C. (2011). A hybrid Kansei engineering design expert system based on grey system theory and support vector regression. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8738-8750.
- Wang, Y., & Tseng, M. M. (2011). Integrating comprehensive customer requirements into product design. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 60(1), 175-178.
- Ward, A. C. (2011). *Sistema Lean de desenvolvimento de produtos e processos*. São Paulo: Leopardo. 1ªed.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza*. Elsevier Editora.

Zhang, Q., Vonderembse, M. A., & Lim, J. S. (2006). Spanning flexibility: supply chain information dissemination drives strategy development and customer satisfaction. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(5), 390-399.