

PRÁTICAS E FERRAMENTAS PARA O LEAN PRODUCT DEVELOPMENT: PROPOSTA DE FRAMEWORK

Fernando Henrique Lermen (fernando-lermen@hotmail.br) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Márcia Elisa Soares Echeveste (echeveste@producao.ufrgs.br) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Tatiany Oleques Lukrafka (tatianyoleques@yahoo.com.br) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carla Beatriz da Luz Peralta (carlablp@gmail.com) – Universidade Federal do Pampa

RESUMO

A literatura mostra que existe a oportunidade de explorar formas de melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), e o uso dos princípios *Lean* é uma delas. No entanto, operacionalizar a adoção desses princípios num sistema já estabelecido requer uma fase de transição para progressivamente implementar as práticas *Lean* no Desenvolvimento de Produtos (*LPD*). Os estudos disponíveis apresentam *frameworks* com enfoques em etapas específicas desse processo sem uma visão sistêmica. Preencher essa lacuna é o objetivo deste trabalho, propondo um *framework* com ferramentas e práticas do Sistema *Lean* de Desenvolvimento de Produtos, que ofereça a gestores, engenheiros de produto e acadêmicos um guia customizável para implementar o *LPD* de acordo com a demanda de cada empresa. Para o desenvolvimento do *framework*, utilizou-se como fonte de dados a técnica de revisão de literatura, com uma amostra inicial de 114 estudos selecionados no ensino de *Lean Product Development*. Para sistematizar o conhecimento disperso nos estudos existentes, foram listadas, primeiramente, todas as ferramentas e práticas citadas em obras que já apresentavam *frameworks* de *LPD*, ou seja, 17 estudos e 41 ferramentas/práticas. Em seguida, criou-se uma análise comparativa entre elas, possibilitando a identificação das mais citadas, que posteriormente foram distribuídas ao longo de cada fase do *LPD*. Após isso, foram listadas as fases referidas em cada fonte analisada, com o intuito de unificar nomenclaturas. Como resultado, ao final desta pesquisa, tem-se um *framework* customizável que: (1) reúne em um mesmo *framework* o conhecimento até então disperso em diversos trabalhos focados em partes do *LPD*; (2) consiste em uma gama de práticas organizadas em cada fase do *LPD* para que a equipe selecione de acordo com o tipo de produto e tipo de projeto quais ferramentas são adequadas; (3) Contribui para o desenvolvimento de uma perspectiva didática do processo, auxiliando a implementação do *LPD*, nivelando o conhecimento *Lean*; e, (4) Facilita o aprendizado e a visão sistêmica das técnicas e práticas do *Lean* aplicáveis no PDP.

Palavras chave: Lean, Framework, práticas, ferramentas, PDP

Área: Lean Product Development

1. INTRODUÇÃO

O sucesso das organizações modernas depende da quantidade de produtos que são inseridos e bem sucedidos no mercado (COOPER & KLEINSCMIDT, 2000). Contudo, muitas dessas possuem uma gama crescente de pressões empresarias que impactam diretamente nas operações de fabricação, como a concorrência de recursos de baixo custo. Para manter a competitividade, estas respondem de várias formas, como a redução de custos e a eliminação de estoques. Em estratégias de inovação, há um nível empresarial, que possui um foco crescente em atividades inovadoras, de alto valor e altamente qualificadas. Dentre estas atividades, encontra-se o Desenvolvimento de Produto (DP) que pode ser adquirido de distintas maneiras, como, fornecendo aos produtos recursos, funções e tecnologias, que contribuem para manter os clientes entusiasmados afetando o aumento da participação do mercado (MALLIK & CHHAJED, 2006; GAUTAM & SINGH, 2008).

Para isso, há a filosofia *lean*, que normalmente é considerada relevante para a o setor de produção de uma empresa de manufatura. No entanto, Morgan e Liker (2006) relatam que esta abordagem também pode ser aplicada com grandes escalas fora das operações de manufatura, em áreas onde se aplica os princípios *lean*, como no DP.

Os defensores da filosofia já enfatizaram a aplicação dos princípios *lean* em distintas organizações, mas a implementação adequada não foi dada até os últimos anos. Há 20 anos, os pesquisadores começaram a aplicar os princípios *lean* no DP denominando-se *Lean Product Development (LPD)*, abordando tópicos como: desperdícios em processos de DP (NEPAL, YADAV & SOLANSKI, 2011; LIDLOFF, SÖDERBERG & PERSSON, 2013), ferramentas e técnicas para o *LPD* (LETENS, FARRIS & VAN AKEN, 2011; HOPPMANN et al., 2011; TORTORELLA et al., 2015) e barreiras em *LPD* (LEÓN & FARRIS, 2011). Dentre os autores pesquisados, observou-se que os mesmos não desenvolveram frameworks com visão sistêmica do processo, onde poucas literaturas dispõem uma abordagem passo a passo em forma de um *framework* para a transição de cada atividade principal existente no *LPD*, fato apoiado por Haque e James-Moore (2004). Assim, este artigo busca desenvolver um *framework* de *LPD* para as empresas que possuem um DP estruturado, com intuito eliminar os desperdícios e otimizar o fluxo de informação.

2. LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

2.1. Definição de LPD

O *LPD* é um conjunto de práticas e fluxos de valor operacional que devem ser projetados para executar de forma consistente as atividades de DP de forma eficaz e eficiente, por meio da criação de conhecimento utilizável através da aprendizagem (WARD, 2007). Nesse sentido, o *LPD* é um *job shop* de conhecimento, e, como tal, pode ser continuamente aprimorado usando ferramentas adaptáveis aos processos de manufatura repetitivos, como mapeamento do fluxo de valor e teoria de filas, quanto para eliminar desperdícios e sincronizar atividades multifuncionais (FLORES et al., 2011).

Machado e Toledo (2006) comparam a aplicação dos cinco princípios enxutos de Womack e Jones (2003) entre um chão de fábrica e o desenvolvimento de produtos. Onde em um chão de fábrica é utilizado um sistema metódico onde o produto é facilmente visualizado, seus aspectos são relacionados com os princípios de: definir valor; identificar o fluxo de valor; fazer o fluxo de valor; puxar a partir da demanda do cliente; e, buscar a perfeição (KARIM &

ZAMAN, 2013). Por outro lado, em um desenvolvimento de produto, dificulta visualizar as metas e filtrar os conhecimentos necessários, uma vez que seu processo não é tão tangível como um processo de manufatura (VENKATAMUNI & RAO, 2010; FIORE, 2005).

Rossi, Taish & Terzi (2012) sugerem uma metodologia de cinco passos para melhorar um processo existente de *LPD*, são esses: (i) identificar e avaliar os desperdícios, (ii) priorizar os desperdícios, (iii) analisar a situação atual a nível de subprocessos, (iv) analisar as situações críticas dos subprocessos e (v) implementar ações corretivas. Em termos de estrutura, Womack, Jones & Ross (1991) identificaram quatro características principais de *LPD*, sendo elas, liderança, trabalho em equipe, comunicação e desenvolvimento simultâneo. Da mesma forma, Morgan e Liker (2006) descreveram uma abordagem sistêmica para *LPD* em que 13 princípios são distribuídos em três subsistemas (processos, pessoal habilitado e ferramentas & tecnologias) que interagem constantemente uns com os outros. De acordo com os autores, a boa aplicação desses princípios permite o alcance de resultados sustentáveis que apoiarão a vantagem competitiva da empresa.

2.2. Práticas de *LPD*

Diversos métodos têm sido propostos para melhorar o processo de DP convencional, porém, esses métodos não são suficientes para alcançar o tipo de melhorias inovadoras observadas em *LPD* (FLORES et al., 2011; MORGAN & LIKER, 2006; LETENS, FARRIS & VAN AKEN, 2011). Grande parte da literatura de *LPD* concentra-se em sugerir soluções a um número de problemas que podem ser encontrados comumente no *LPD* (HINES, FRANCIS & FOUND, 2006; KOSONEN & BUHANIST, 1995). Assim, ferramentas e técnicas com foco na integração e coordenação de desenvolvimento de produto são essenciais para melhorar o fluxo dentro da organização como um todo (LETENS, FARRIS & VAN AKEN, 2006; RAUNIAR & RAWSKI, 2012).

Wang et al. (2012) argumentam que existem três principais aspectos necessários para o estabelecimento de *LPD*: (i) experiência em grupos de projeto, (ii) design e desenvolvimento de produto e (iii) engenheiro-chefe e técnicas de organização. Womack, Jones e Roos (1991), identificaram um conjunto de práticas de *LPD* principais, sendo elas, a existência de gerentes de projeto, equipes multifuncionais, tomada de decisão envolvendo todos os membros da equipe e engenharia simultânea. A Tabela 1 apresenta a frequência das práticas e ferramentas do *LPD* utilizadas por 17 autores que desenvolveram frameworks estruturados de *LPD*.

A prática de liderança do engenheiro-chefe é citada por 15 dos 17 autores investigados na Tabela 1. O engenheiro-chefe (*Shusa*) segue uma visão compartilhada da companhia e é responsável pela definição dos projetos a serem desenvolvidos e do produto a ser produzido e comercializado (KHAN, 2012; MATSUI et al., 2007). Já Fontanella e Morabito (1997) corroboram que a realização das curvas de *trade-off* permitem fazer análise de sensibilidade para prever o comportamento do sistema sob diferentes configurações, sendo citado por 14 autores.

Tabela 1. Práticas de LPD de framework estruturados.

Práticas de LPD	Ward <i>et al.</i> , (1995)	Sobek, Liker & Ward (1998)	Sobek, Ward & Liker (1999)	Kennedy (2003)	Oliver, Dostaler & Dewberry (2004)	Haque e James-Moore (2004)	Kato (2005)	Morgan e Liker (2006)	Ward (2007)	Cooper e Edgett (2008)	Kennedy, Harmon & Minnock (2008)	Oehmen e Rebutich (2010)	Bergmann (2010)	Oppenheim, Murman, & Secor (2011)	Letens <i>et al.</i> , (2011)	Khan <i>et al.</i> , (2011)	Wang <i>et al.</i> (2012)	Total
Engenheiro Chefe (<i>Shusa</i>)	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	15
Curvas de <i>Trade-off</i>	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	14
Construção do Protótipo	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*			*	*	*	13
Lista de Verificação	*	*	*	*		*		*	*		*		*	*		*		11
Relatório do desempenho do produto	*	*	*	*					*	*		*	*	*	*		*	11
Gestão de Portfólio		*		*	*	*			*	*	*	*			*	*		10
<i>Set-Based Concurrent Engineer</i>	*			*		*	*	*	*		*				*	*	*	10
Avaliação do ciclo de vida		*						*	*	*		*	*		*	*	*	9
Estrutura Analítica do Projeto	*	*	*	*			*		*			*		*			*	9
A3-PDCA		*		*		*		*	*		*		*			*	*	9
Desdobramento da função qualidade	*	*	*			*		*							*	*	*	8
DfX (Design for Excellence)					*	*	*	*	*					*		*	*	8
Mapa de Stakeholders						*		*				*		*	*	*	*	7
Relatório A3		*				*		*	*		*		*			*		7
Instalar o <i>Obeya</i>				*				*	*		*		*			*		6
<i>Kanban Board</i>	*							*					*	*	*		*	6
Matriz de Pugh			*		*			*			*					*	*	6
Indicadores de Desempenho										*	*	*		*	*		*	6

2.3. Identificação dos frameworks existentes de LPD

Na área de gestão de operações, *Framework* é um instrumento usado para discutir a metodologia que se deve seguir para alcançar os objetivos da organização (AALBREGTSE et al. 1991). Um *framework* é proposto como um conjunto de elementos, ferramentas, técnicas e também relata a metodologia que deve ser adaptada para utilizar na organização (POOPER, 1994).

Para implementar os princípios do *LPD* em uma indústria, vários pesquisadores, profissionais e consultores propuseram diferentes *frameworks LPD*. Esses *frameworks LPD* sustentam as organizações para atingir metas organizacionais na área de desenvolvimento de produtos e para atender as necessidades dos clientes. A partir dos frameworks estruturados pelos autores

citados na Tabela 1, as fases citadas foram: Estratégias e Portfólio; Gestão de Projetos; Necessidades e Requisitos; Sistema Conceitual; Projeto Detalhado; Teste e Validação; Manufaturar; Lançamento do Produto; e, Monitorar e Descontinuar.

3. METODOLOGIA

A pesquisa possui uma abordagem qualitativa, classificando-se quanto aos fins como exploratória, descritiva, explicativa e metodológica; e, quanto aos meios como bibliográfica. O método de pesquisa foi dividido em três etapas: (i) pesquisa das práticas, ferramentas e fases utilizadas pelos autores com frameworks estruturados de LPD; (ii) montar o framework de LPD com base na etapa anterior; e (iii) detalhar os processos do framework desenvolvido.

Na primeira etapa realizou-se uma busca em bases de dados *Emerald*, *EBSCO*, *ScienceDirect*, *Springer*, *Taylor & Francis* e *Google Scholar* usando as seguintes palavras-chave: *lean*, *product*, *new product development*, *lean product development* e *framework*. O uso de múltiplas palavras-chave resultou uma amostra inicial de 114 estudos, porém foram selecionados apenas os estudos que desenvolveram frameworks estruturados de *LPD*, totalizando em 17 estudos e 41 ferramentas/práticas, que foram essenciais para desenvolver o novo framework.

Na segunda etapa, foi desenvolvido o *framework* customizável de *LPD*, onde o mesmo, é baseado do processo de desenvolvimento de produto de Rozenfeld et al. (2006) e do *lean product development* de Morgan e Liker (2006) e Ward (2007). O processo de desenvolvimento do produto de Rozenfeld et al. (2006) é representado por um modelo referencial dividido em três macro-fases e nove fases, sendo elas: pré-desenvolvimento (planejamento estratégico de produtos e planejamento do projeto), desenvolvimento (projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto) e pós-desenvolvimento (acompanhamento do produto/processo e descontinuidade do produto), enquanto de *lean product development* de Morgan e Liker (2006) é composto de sete fases: conceito, estilo, projeto com CAD, protótipo, engenharia de produção, ferramentaria e lançamento. O modelo de *LPD* de Ward (2007) está composto por quatro práticas para atingir o foco no valor para o cliente, sendo elas: liderança do projeto empreendedora, gerenciamento *lean* do projeto, time de especialistas responsáveis e engenharia simultânea (*set-based concurrent engineering*). Com base nesses autores e nos autores anteriormente citados nas Tabelas 1, o *framework* de *LDP* contempla práticas e ferramentas customizáveis, agrupando etapas semelhantes e as práticas e ferramentas anteriormente citadas.

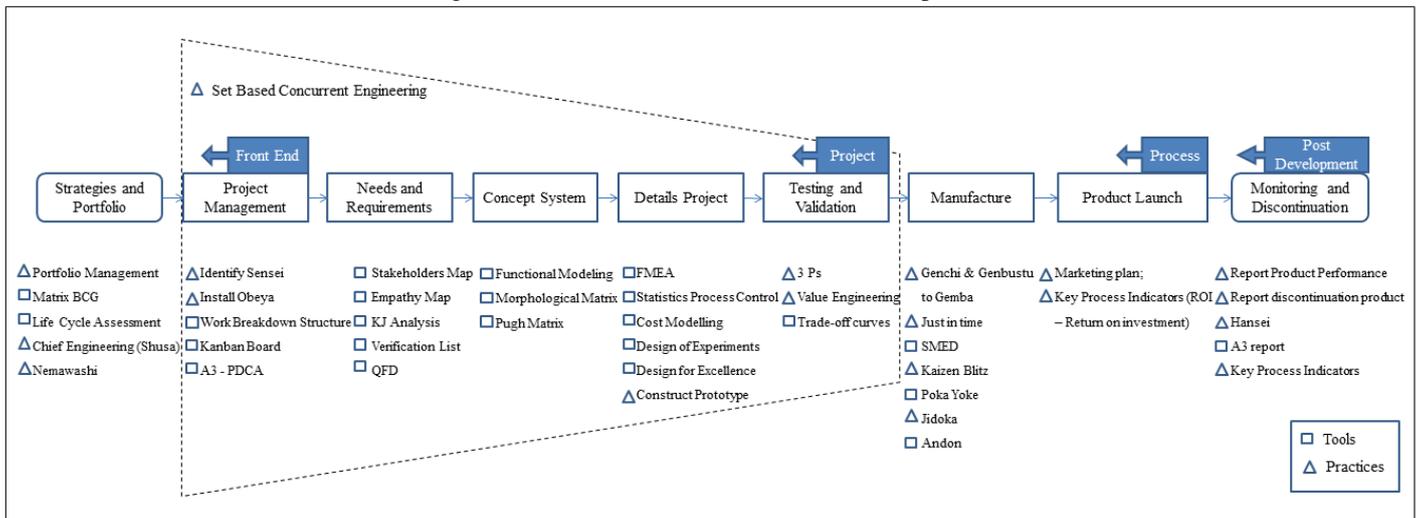
Na ultima etapa foram detalhados os processos do *framework* de *LPD*, abordando as etapas que podem ser seguidas se as práticas e ferramentas forem selecionadas pelo *shusa* do projeto em desenvolvimento.

4. FRAMEWORK DE LPD E SEUS PROCESSOS DETALHADOS

O *framework* desenvolvido é composto por quatro macro-fases e nove fases, sendo elas: *Front End* (Estratégias e portfólio e Gestão de projetos), Projeto (Necessidades e requisitos, Sistema conceitual, Projeto detalhado e Teste e validação), Processo (Manufaturar e Lançamento do produto) e Pós-Desenvolvimento (Monitorar e Descontinuar). Nas fases do *LPD* estão dispostas práticas e ferramentas a serem aplicadas nas empresas, além disso, a prática do *Set-Based Concurrent Engineering* está entre as fases de Gestão de projetos e Teste e validação, esta prática considera amplamente os conjuntos de possíveis soluções e gradualmente estreita o conjunto de possibilidades para convergir para uma solução final (SOBEK, WARD &

LIKER, 1999). Contrariamente aos processos sequenciais anteriores, o framework proposto é customizável, pois o *LPD* inclui as práticas e ferramentas que podem ser adaptáveis (Figura 1).

Figure 1. Framework de Lean Product Development.



Conforme mostrado na Figura 1, o framework de LPD auxilia na seleção de práticas e ferramentas de acordo com o grau de novidade e complexidade de cada produto a ser desenvolvido.

5. PROCESSO DETALHADO DO FRAMEWORK DE LPD

O framework de LDP está dividido em quatro macro-fases (*front end*, projeto, processo e pós-desenvolvimento). A macro-fase do *Front End* está subdividida em duas fases com processos internos a serem realizados, são elas: Estratégias e Portfólio (Selecionar os melhores projetos; Avaliar o conceito do ciclo de vida do produto; Avaliar e quantificar os impactos ambientais do produto; Escolher os melhores projetos a serem desenvolvidos) e Gestão de Projetos (Identificar o *sensei* (líder); Instalar uma sala *obeya*; Subdividir as entregas; Otimizar o fluxo de trabalho; Identificar as premissas e melhores soluções).

Já a macro-fase Projeto, está subdividida em quatro fases com processos internos a serem realizados, sendo elas: Necessidades e Requisitos (Mapear os *stakeholders* envolvidos; Determinar os desejos e necessidades dos *stakeholders*; Agrupar as opiniões e informações de acordo com a afinidade; Elaborar um *checklist* para que os dados sejam coletados facilmente; Quantificar os requisitos que vão de encontro com as necessidades do consumidor), Sistema Conceitual (Definir a função dos processos internos do sistema com auxílio de diagrama de fluxo de dados; Desenvolver conjuntos de alternativas; Comparar vários conceitos e optar pelo melhor), Projeto Detalhado (Sistematizar um grupo de atividades para detectar possíveis falhas e avaliar os efeitos das mesmas para o projeto/processo; Monitorar e controlar os projetos para sair um produto conforme; Reduzir o custo e estimar elementos com princípios validados; Planejar os experimentos para definir quais dados coletar em um determinado experimento possibilitando maior precisão estatística e menor custo; Definir o *design* para cada setor de desenvolvimento do projeto; Desenvolver o protótipo de maneira prática e inteligente) e Teste e Validação (Estruturar um experimento com as equipes dos projetos e desenhar o processo produtivo para avaliar o melhor projeto; Aplicar os conceitos da engenharia de valor para atingir o melhor valor do produto com menor custo; Analisar os

gráficos de interação de cada projeto para avaliar o melhor projeto; *Shusa* deve escolher o melhor projeto).

A macro-fase de Processo está subdividida em duas fases com processos internos a serem realizados, são elas: Manufaturar (O *sensei* e toda sua equipe deve frequentar o chão de fábrica para identificar os problemas na fonte; Determinar tudo que deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata; Reduzir o tempo de preparação –setup– de equipamentos, minimizando períodos não produtivos no *Gemba*; Reunir os colaboradores de diversos setores durante uma semana para identificar e melhorar os processos; Aplicar mecanismos para evitar erros e defeitos na produção e no desenvolvimento de atividades; Autonomia do processo –operador controla o *gemba*–; Sinalizações da produtividade e falhas no processo) e Lançamento do produto (Desenvolver processo de vendas; Desenvolver processo de distribuição; Promover marketing de lançamento; Lançar produto).

Já a última macro-fase de pós-desenvolvimento, está subdividida em apenas uma fase, a de Monitorar e Descontinuar que tem os seguintes processos internos: Descrever o desempenho do produto no mercado; Registrar o plano de vida do produto (descontinuar); Refletir sobre o projeto para admitir os erros; Preencher o relatório A3 com base no *hansei* propondo solução para os problemas e resultados chave; Medir o desempenho do *LPD* por meio de indicadores de desempenho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado, ao final desta pesquisa, tem-se um *framework* customizável que reúne o conhecimento até então disperso em diversos trabalhos focados em partes do *LPD* e consiste em uma gama de práticas e ferramentas organizadas em cada fase do *LPD* para que a equipe selecione de acordo com o tipo de produto e tipo de projeto quais ferramentas são adequadas.

Este trabalho contribui para o desenvolvimento de uma perspectiva didática do processo, auxiliando a implementação do *LPD*, nivelando o conhecimento *Lean* e facilita o aprendizado e a visão sistêmica das técnicas e práticas do *Lean* aplicáveis no processo de DP. Para estudos futuros pretende-se desenvolver um objeto de aprendizagem de *LPD* por meio de um aplicativo/site que reúne um conjunto de ferramentas para auxiliar na seleção e na aplicação de metodologias *Lean* nas etapas que integram o processo de DP.

REFERÊNCIAS

AALBREGTSE, R. J.; HEJKA, J. A.; MCNELEY, P. K. TQM: how do you do it? *Automation*, v. 38, n. 8, p. 30-32, 1991.

BERGMAN, C. How lean is Swedish product development?: a study of lean practices in large Swedish companies. 2010. 37 p. Thesis (Master in Mechanical Engineering). Örebro University, Örebro, Sweden, 2010.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. Maximizing productivity in product development. *Research Technology Management*, v. 51, n. 2, p. 47-58, 2008.

COOPER, R.; KLEINSCHMIDT, E. New product performance: what distinguishes the star products. *Australian Journal of Management*, v. 25, n. 1, p. 17-45, 2000.

FIORE, C. Accelerated product development: combining lean and six sigma for peak performance. New York: Productivity Press, 2005.

- FONTANELLA, G. C.; MORABITO, R. Modelagem por meio da teoria de filas do trade off entre investir em canais de atendimento e satisfazer o nível de serviços em provedores internet. *Gestão & Produção*, v. 4, n. 3, p. 278-279, 1997.
- HAQUE, B.; JAMES-MOORE, M. Applying lean thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, v. 15, n. 1, p. 1-31, 2004.
- HINES, P.; FRANCIS, M.; FOUND, P. Towards lean product lifecycle management. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 7, p. 866-887, 2006.
- HOPPMANN, J.; REBENTISCH, E.; DOMBROWSKI, U.; ZAHN, T. A Framework for Organizing Lean Product Development. *Engineering Management Journal*, v. 23, n. 1, p. 3-15, 2011.
- KARIM, A.; ZAMAN, K. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management*, v. 19, n. 1, p. 169-196, 2013.
- KATO, J. Development of a process for continuous creation of lean value in product development organizations. 2010, 206 p. Thesis (Master in Mechanical Engineering). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA, 2005.
- KENNEDY, M. N. Product development for the lean enterprise: why Toyota's system is four times more productive and how you can implement it. Vancouver: Oaklea Press, 2003. 254 p.
- KENNEDY, M.; HARMON, K.; MINNOCK, E. Ready, Set, dominate: implement Toyota's set-based learning for developing products and nobody can catch you. Vancouver: Oaklea Press, 2008. 296 p.
- KHAN, M. S.; AL-ASHAAB, A.; SHEHAB, E.; HAQUE, B.; EWERS, P.; SORLI, M.; SOPELANA, A. Towards lean product and process development. *International Journal of Computer-Integrated Manufacture*, v. 26, n. 12, p. 1105-1116, 2011.
- KHAN, M. The construction of a model for lean product development. Thesis (PhD in Applied Sciences). Cranfield University, Cranfield, UK, 2012.
- KOSONEN, K.; BUHANIST P. Customer focused lean production development. *International Journal of Production Economics*, v. 41, n. 3, p. 211-216, 1995.
- LEÓN, H. C. M.; FARRIS, J. A. Lean Product Development Research: Current State and Future Directions. *Engineering Management Journal*, v. 23, n. 1, p. 29-51, 2011
- LETENS, G.; FARRIS, J. A; VAN AKEN, E. M. A multilevel framework for lean product development system design. *Engineering Management Journal*, v. 23, n. 1, p. 69-85, 2011.
- LIDLOF, L.; SÖDEBERG, B.; PERSSON, M. Practices supporting knowledge transfer – an analysis of lean product development. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, v. 26, n. 12, p. 1128-1135, 2003.
- LIKER, J. K.; MORGAN, J. M. The Toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, v. 20, n. 2, p. 5-20, 2006.
- MACHADO, M.; TOLEDO, N. Criação de valor no processo de desenvolvimento de produtos: uma avaliação da aplicabilidade dos princípios e práticas enxutas. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, n. 6, p. 142-153, 2006.

- MALLIK, S.; CHHAJED, D. Optimal temporal product introduction strategies under valuation changes and learning. *European Journal of Operational Research*, v. 172, n. 2, p. 430-452, 2006.
- MATSUI, Y.; FILIPPINI, R.; KITANAKA, H.; SATO, O. A comparative analysis of new product development by Italian and Japanese manufacturing companies: a case study. *International Journal of Production Economics*, v. 110, n. 2, p. 16-24, 2007.
- MORGAN, J.; LIKER, J. K. *Toyota's product development system: integrating people, process and technology*. New York: Productivity Press, 2006. 377 p.
- NEPAL, B. P.; YADAV, O. P.; SOLANKI, R. Improving the NPD Process by Applying Lean Principles: A Case Study. *Engineering Management Journal*, v. 23, n. 1, p. 52-68, 2011.
- GAUTAM, N.; SINGH, N. Lean product development: maximizing the customer perceived value through design change (redesign). *International Journal of Production Economics*, v. 114, n. 1, pp. 313-332, 2008.
- OEHMEN, J.; REBENTICH, E. *Waste in lean product development*. Cambridge: MIT Lean Advancement Initiative, 2010.
- OLIVER, N.; DOSTALER, I.; DEWBERRY, E. New product development benchmarks: the Japanese, North American and UK consumer electronics industries. *The Journal of High Technology Management Research*. v. 15, n.2, p. 249-265, 2004.
- OPPENHEIM, B. W.; MURMAN, E. M.; SECOR, D. A. Lean enablers for systems engineering. *Systems Engineering*, v. 14, n. 1, p. 29-55, 2010.
- POPPER, K. R. *The Myth of the Framework: In Defence of Science and Rationality*. London: Routledge, 1994. 248 p.
- RAUNIAR, R.; RAWSKI, G. Organizational structuring and project team structuring in integrated product development project. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 939-952, 2012.
- ROSSI, M.; TAISCH, M.; TERZI S. Lean product development: a five-steps methodology for continuous improvement. *Proceedings of 18th International ICE Conference on Engineering, Technology and Innovation*, 18-20 June 2012, Munich, Germany.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. A.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.
- SOBEK, D.; LIKER, J.; WARD, A. Another look at how Toyota integrates product development. *Harvard Business Review*, v. 76, p. 1-12, 1998.
- SOBEK, D.; WARD, A.; LIKER, J. *Toyota's principles of set-based concurrent engineering*. Cambridge: MIT Sloan Management Review, 1999.
- TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D. C.; MARODIN, G. A.; DENICOL, J.; FOGLIATTO, F. S. Práticas enxutas para o processo de desenvolvimento de produtos. *Iberoamerican Journal of Project Management*, v. 6, n. 1, p. 1-32, 2015.
- VENKATAMUNI, T.; RAO, A. Reduction of product development time by team formation method in lean manufacturing. *Indian Journal of Science and Technology*, v. 3, n. 5, p. 578-582, 2010.

WANG, L.; MING, X.; KONG, F.; LI, D.; WANG, P. Focus on implementation: a framework for lean product development. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 23, n. 1, p. 4-24, 2012.

WARD, A. C. *Lean Product and Process Development*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2007. 208 p.

WARD, A.; LIKER, J.; CRISTIANO, J.; SOBEK, D. The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster. Cambridge: MIT Sloan Management Review, 1995.

WOMACK J.; JONES D.; ROOS, D. *The machine that changed the world: the story of lean production*. Massachusetts: Harper Perennial, 1991. 339 p.

WOMACK, J.; JONES, D. *Lean Thinking: banish waste and create wealth for your corporation*. New York: Simon and Schuster, 2003. 400 p.