

Proposta de Framework Customizável de Práticas e Ferramentas para o *Lean Product Development*

**Fernando Henrique Lermen, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS –
Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Campus de Porto Alegre**

fernando-lermen@hotmail.com

**Márcia Elisa Soares Echeveste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,
UFRGS/Campus de Porto Alegre**

echeveste.mar@gmail.com

**Tânia Maria Coelho, Departamento de Engenharia de Produção, UNESPAR – Universidade Estadual do
Paraná/Campus de Campo Mourão**

coelho.tania@ymail.com

**Gustavo de Souza Matias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, UEM – Universidade
Estadual de Maringá/Campus de Maringá**

gusmatias@gmail.com

**Vander Luiz da Silva, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UTFPR – Universidade
Tecnológica Federal do Paraná/Campus Ponta Grossa**

vander-luiz@hotmail.com

Resumo: A literatura mostra a oportunidade de explorar formas de melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento de produtos e o uso dos princípios Lean Product Development (LDP) é uma delas, mas para implementar e operacionalizar a adoção desses princípios num sistema já estabelecido requer uma transição progressiva. Estudos apresentam frameworks com enfoques em etapas específicas desse processo sem uma visão sistêmica, e preencher essa lacuna é o objetivo deste trabalho, propondo um framework com ferramentas e práticas do Sistema LPD que ofereça um guia customizável para sua implementação de acordo com a demanda de cada projeto. Como fonte de dados realizou-se uma revisão bibliográfica, com amostra inicial de 114 estudos em LPD, listando todas as ferramentas e práticas citadas que apresentavam frameworks de LPD, criou-se uma análise comparativa entre elas, possibilitando a identificação das mais citadas, que posteriormente foram distribuídas ao longo de cada fase do LPD. Foram listadas fases referidas em cada fonte analisada para unificar nomenclaturas. Como resultado tem-se um framework customizável reunindo em um mesmo framework o conhecimento até então disperso em trabalhos focados em partes do LPD e consiste em uma gama de práticas organizadas em cada fase para que a equipe selecione as ferramentas adequadas.

Palavras-chave: Lean, Framework, práticas, ferramentas, LPD.

1. Introdução

O sucesso das organizações modernas depende da quantidade de produtos que são inseridos e bem sucedidos no mercado (HU et al., 2017). Muitas delas, contudo, possuem uma gama crescente de pressões empresarias que impactam diretamente nas operações de fabricação, como a concorrência de recursos de baixo custo (LEE et al., 2008). Para manter a competitividade, as empresas respondem de várias formas, como a redução de despesas e a eliminação de estoques. Em estratégias de inovação, o nível empresarial possui um foco crescente em atividades inovadoras, de alto valor e altamente qualificadas (ZHANG et al., 2017). Dentre estas atividades, encontra-se o Desenvolvimento de Produto (DP), que pode ser conduzido 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*, 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 empregam os princípios *lean*, como no DP. Os defensores da filosofia já enfatizaram a utilização da metodologia em distintas organizações, mas a implementação adequada não foi dada até os últimos anos. Esse cenário começou a mudar há 20 anos, quando pesquisadores passaram a unir *lean* e DP, no que foi chamado *Lean Product Development (LPD)*, abordando tópicos como: desperdícios em processos de DP (NEPAL et al., 2011; LIDLÖFF et al., 2013), ferramentas e técnicas para o *LPD* (LETENS et al., 2011; HOPPMANN et al., 2011; TORTORELLA et al., 2015) e barreiras em *LPD* (LEÓN & FARRIS, 2011).

Dentre os autores pesquisados, poucos trabalhos dispõem uma abordagem passo a passo em forma de framework para a transição de cada atividade principal existente no *LPD*, fato apoiado por diversos autores (HAQUE & JAMES-MOORE, 2004; COOPER & EDGETT, 2008; LETENS et al., 2011). Assim, este artigo buscou desenvolver um framework de *LPD* para as empresas que possuem um DP estruturado, com intuito eliminar os desperdícios e otimizar o fluxo de informação nessas organizações.

2. *Lean Product Development*

2.1 Definições 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) em relação ao chão de fábrica e ao desenvolvimento de produtos. No primeiro caso, segundo os autores, 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, no segundo caso, ocorre uma dificuldade de 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 et al. (2012) sugerem uma metodologia de cinco passos para melhorar um processo existente de *LPD*: (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 et al. (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, não são suficientes para alcançar os tipos de melhorias inovadoras observadas em *LPD* (FLORES et al., 2011; MORGAN & LIKER, 2006; LETENS et al., 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 et al., 2006; KOSONEN & BUHANIST, 1995). No entanto, 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 et al., 2011; 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 et al. (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, essa busca deu-se 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.

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 (MATSUI et al., 2007; KHAN, 2012). 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.

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* estão fornecendo assistência para atingir metas organizacionais na área de desenvolvimento de produtos e para atender as necessidades dos clientes. A Tabela 2 apresenta as fases do LPD citado por 17 autores que desenvolveram *frameworks* estruturados.

TABELA 2 - Fases do Lean Product Development.

Fases do LPD	Ward et al., (1995)	Sobek et al., (1998)	Sobek et al., (1999)	Kennedy (2003)	Oliver et al., (2004)	Haque and James-Moore (2004)	Kato (2005)	Morgan and Liker (2006)	Ward (2007)	Cooper and Edgett (2008)	Kennedy et al., (2008)	Oehmen and Rebutich (2010)	Bergmann (2010)	Oppenheim et al., (2011)	Letens et al., (2011)	Khan et al., (2011)	Wang et al. (2012)
Estratégias e Portfólio	X	X						X	X	X		X	X	X	X	X	X
Gestão de Projetos										X	X		X		X	X	X
Necessidades e Requisitos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema Conceitual	X	X	X	X	X		X		X	X	X		X		X	X	X
Projeto Detalhado				X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Teste e Validação	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manufaturar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lançamento do produto			X	X	X	X	X			X	X			X	X	X	X
Monitorar e Descontinuar			X		X				X	X			X	X	X	X	X

As fases Necessidades e Requisitos e Manufaturar foram utilizadas pelos 17 autores, seguidos da fase Teste e Validação (15 autores). Essas fases propostas nos *frameworks* estruturados dos autores (Tabela 2) foram utilizadas para desenvolver o novo *framework* de LPD contendo as práticas e ferramentas dos autores da Tabela 1.

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 última 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 proposto

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

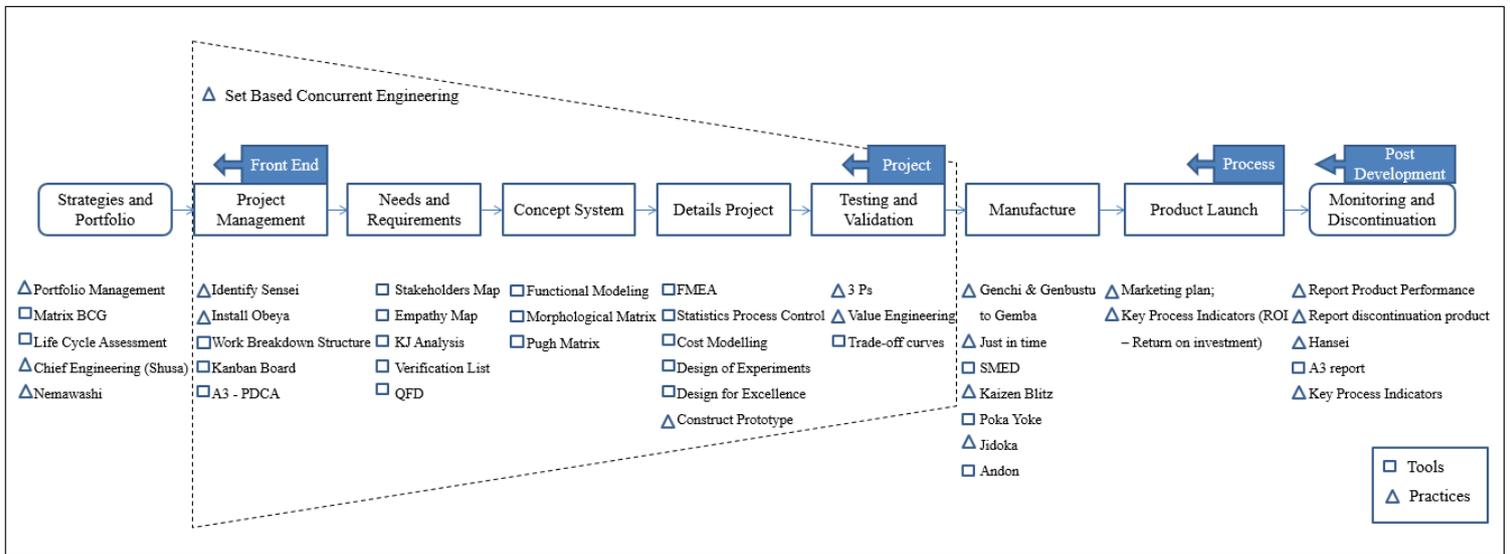


FIGURA 1 - Framework de Lean Product Development.

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; Automação 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. A partir deste estudos será possível 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*. 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
- FIORE, C. *Accelerated product development: combining lean and six sigma for peak performance*. New York: Productivity Press, 2005.
- FLORES, M; CABELLO, A; TORREDEMÉR, L; AGRAWAL, M; KEAST, J; TERZI, S; SOPELANA, A. *Do enterprises implement process architecture towards lean in a product development? A comparative study among large and small firms*. In Proceedings of 17th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE), Aachen, Germany, 2011.
- 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.
- 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, p. 313-332, 2008.

XI EEPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097

- 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.
- HU, D; WANG, Y; HUANG, J; HUANG, H. How do different innovation forms mediate the relationship between environmental regulation and performance? *Journal of Cleaner Production*. v. 161, p. 466-476, 2017.
- 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*. 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.
- KENNEDY, M. N; 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.
- KHAN, M. *The construction of a model for lean product development*. Thesis (PhD in Applied Sciences). Cranfield University, Cranfield, UK, 2012.
- 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.
- KOSONEN, K; BUHANIST P. Customer focused lean production development. *International Journal of Production Economics*. v. 41, n. 3, p. 211-216, 1995.
- LEE, S. G; MA, Y. S; THIMM, G. L; VERSTRAETEN, J. Product lifecycle management in aviation maintenance, repair and overhaul. *Computers in Industry*. v. 59, p. 296-303, 2008.
- LEÓN, H. C. M; FARRIS, J. A. Lean Product Development Research: Current State and Future Directions. *Engineering Management Journal*. v. 23, 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, p. 69-85, 2011.
- LIDLÖF, 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.
- 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.
- NEPAL, B. P; YADAV, O. P; SOLANKI, R. Improving the NPD Process by Applying Lean Principles: A Case Study. *Engineering Management Journal*. v. 23, p. 52-68, 2011.
- 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, p. 29-55, 2010.
- POPPER, K. R. *The Myth of the Framework: In Defence of Science and Rationality*. London: Routledge, 1994.
- 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, Munich, Germany, 2012.
- 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.
- 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; LIKER, J; CRISTIANO, J; SOBEK, D. *The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster*. Cambridge: MIT Sloan Management Review, 1995.
- WARD, A. C. *Lean Product and Process Development*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2007.
- WOMACK, J; JONES D; ROOS, D. *The machine that changed the world: the story of lean production*. Massachusetts: Harper Perennial, 1991.
- WOMACK, J; JONES, D. *Lean Thinking: banish waste and create wealth for your corporation*. New York: Simon and Schuster, 2003.
- ZHANG, Y; REN, S; LIU, Y; SAKAO, T; HUISINGH, D. A framework for Big Data driven product lifecycle management. *Journal of Cleaner Production*. v. 159, p. 229-240, 2017.

