

DESENVOLVIMENTO *LEAN* DE PRODUTOS: UMA ANÁLISE DA LITERATURA

Ana Julia Dal Forno*, Fernando Antonio Forcellini¹, Antonio Cezar Bornia¹

¹Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis/SC, Brasil

*E-mail: anajudalforno@hotmail.com

ÁREA

Sistemas Baseados em Conhecimento para melhoria de processos industriais

RESUMO

Esse artigo tem o objetivo de analisar as publicações sobre o Desenvolvimento Enxuto de Produtos (DEP). Para isso, realizou um estudo bibliométrico sistemático nas bases *Emerald Insight* e *ISI Web of Knowledge*, resultou um universo de 289 artigos entre 2007 e 2011. Os trabalhos são classificados quanto os princípios e práticas, os países que possuem aplicações, os setores que estão sendo aplicados, os periódicos relacionados ao tema e outros pontos relevantes. Através da análise da literatura, os setores de Eletroeletrônico, Autoindústria e Bens de Capital são os mais representativos com as práticas enxutas do Desenvolvimento de Produtos. Quanto à metodologia, os estudos de casos predominam. Os países com mais aplicações são Estados Unidos e Reino Unido. A abordagem enxuta nem sempre é citada diretamente, muitos aplicam as práticas de forma isolada, sendo que em 77% dos trabalhos verificou-se que há ligação direta com o *lean*. Em relação às práticas, as cinco mais encontradas foram Engenharia Simultânea/Integração, padronização do processo, *Early Supplier Involvement* (ESI), Rede de Aprendizado e *Voice of Customer* (VOC).

Palavras-chave: desenvolvimento de produto, lean, práticas, bibliometria.

1 INTRODUÇÃO

A abordagem enxuta visa eliminar as “gorduras”, ou seja, todos os desperdícios que prejudicam o sistema. O foco é o cliente e os processos que agregam valor em termos de preço, prazo, qualidade, entrega, incluindo critérios sociais e ambientais. Embora as empresas japonesas utilizem desde 1950, percebeu-se que ela passou a ser bem sucedida quando começou a ser tratada de forma sistêmica, integrando pessoas, processos e tecnologias/ferramentas.

O desenvolvimento e a introdução de novos produtos são fundamentais para garantir a sustentabilidade do negócio¹. O *lean* na manufatura já está bem difundido juntamente com suas ferramentas. Entretanto, de pouco adianta possuir uma produção enxuta de classe mundial se o produto fabricado não é o que o cliente quer. O processo de desenvolvimento de produtos, além de ser capaz de captar as dimensões do que seria valor para o cliente, é orientado pelas implicações operacionais e tecnológicas que estarão, num momento seguinte, presentes nos processos de manufatura, dentro e fora da empresa^{2,3}.

Sendo assim, a abordagem enxuta pode ser entendida como uma forma de fazer mais com menos, sendo que as práticas são contramedidas para os desperdícios. Esse artigo trata do estado da arte sobre o Desenvolvimento Enxuto de Produtos. Na metodologia são descritas as etapas da pesquisa com os critérios utilizados para a sistematização. Após, a revisão de literatura é a entrega com a síntese de conceitos e práticas verificadas. O item 4 apresenta os resultados tais como quais os periódicos que publicam mais sobre o tema, quais os países, qual a metodologia mais utilizada, quais as práticas mais comuns, setores que estão sendo aplicados, dentre outros. Por fim, o trabalho encerra-se com as conclusões e as referências utilizadas.

2 METODOLOGIA

Para a pesquisa de trabalhos, foram utilizadas as bases *ISI Web of Knowledge*, Portal de Periódicos da CAPES e *Emerald Insight* no período de 2007 até setembro de 2011. Do universo total, resultaram 289 artigos. Após a leitura destes, eliminaram-se os que não tinham relação com os temas, restando uma amostra a ser analisada de 247 trabalhos. A Tabela 1 mostra as palavras-chaves utilizadas, bem como os filtros realizados – artigos de periódicos, idioma inglês, período de 2007 até 2011, assunto e categorias relacionadas à Engenharia de Produção².

Tabela 1. Resultados da busca nas bases de dados²

Palavra-Chave	Sem Filtro	Tipo de Documento (artigo)	Linguagem (Inglês)	Ano (2007 - 2011)	Assunto (negócios, engenharia, gestão)	Categorias (7)	
						Total Publicações	Total Citações
Lean	32766	28453	27409	7814	1507	630	1875
New Product Development	2037	1801	1780	647	544	496	1431
Benchmarking	44759	41986	41533	18972	6635	2204	6386
Lean Design	17	15	15	8	5	4	8
"Lean Product Development"	12	9	9	5	5	4	9
Lean + Product	66	57	55	24	18	15	15

Development							
Performance Measures	8691	8091	8035	3102	1325	681	1657
Performance Measures + Product Development	48	47	46	18	17	15	27
Benchmarking + Product Development	108	102	102	44	40	35	133

3 REVISÃO DE LITERATURA

A sistematização da literatura permitiu formular conceitos acerca do tema de DEP que muitas vezes não estão claros ou encontram-se dispersos. Assim, os conceitos a seguir são descritos para após apresentarem-se nos resultados quais dessas práticas e princípios estão sendo mais encontradas^{2,3}.

- **Valor⁴**: Realizar as atividades que são importantes sob o ponto de vista dos clientes, assegurando que o conhecimento seja alcançado no tempo adequado, com o menor custo, mudanças mínimas e com um fluxo contínuo de informações por toda a organização. Dentro da organização, as necessidades dos clientes precisam ser identificadas através das transformações no fluxo e dos clientes internos.
- **Desperdícios²**: Elementos do processo que não agregam valor ao produto tais como superprodução, espera, transporte, processos desnecessários, defeitos, reinvenção, movimentação, estoque, falta de disciplina e falta de integração de tecnologia da informação. Detalhando cada desperdício do DEP, o de **superprodução** caracteriza-se por produzir mais do que o necessário, ou antes, de ser solicitado, ou seja, é percebido quando há o desequilíbrio dos processos. Exemplos desse desperdício são a geração excessiva de informações, documentos e assinaturas, bem como tarefas redundantes. O desperdício de **espera** ocorre quando o fluxo de valor permanece estático, quando pessoas esperam por algo (informação ou entrega atrasada), quando a informação espera por pessoas (entrega muito antecipada) ou então quando as pessoas aguardam por capacidade disponível de recursos (humanos ou máquinas). Os aspectos comportamentais que influenciam são as chamadas não retornadas e/ou respostas demoradas na mudança de condições. Os aspectos do desperdício de **transporte** são relacionados com transmissão de informações ineficiente, tráfego desnecessário de dados e informações, transferência de responsabilidade entre pessoas ou departamentos (a popular “batata quente”, “passar a bucha”). A multitarefa também se identifica com esse tipo de desperdício, pois cada vez que uma pessoa precisa se reorientar para a execução de uma tarefa é análogo com executar um *setup* de máquina. Dessa forma, promessas são quebradas, há fracas habilidades, expectativas obscuras e pequeno ou nenhum *feedback*. O desperdício de **processos desnecessários** pode ser compreendido através de processos não otimizados, que incluem atividades ou funções que não agregam valor, aprovações excessivas, uso inapropriado de competências, ferramentas ou métodos e muitas interações. Quando as pessoas precisam se movimentar para procurar dados, acessar ferramentas, buscar solução de dúvidas ou mesmo procurar informações, seja em meio eletrônico ou manual surge o desperdício de **movimentação**. Suas conseqüências são crise de gestão, rotatividade de pessoas, repetição de erros, dentre outros. O desperdício de **defeitos** aparece sob forma de dados ou informações erradas nas especificações ou funcionalidades do produto, deficiências nos atributos de qualidade da informação (acessibilidade, relevância, oportunidade e facilidade de interpretação) e também são considerados defeitos as revisões, testes e verificações

pobres. A falta de conhecimento, poucas sugestões de melhorias, *stakeholders* insatisfeitos e a pressa acentua esse desperdício. O desperdício de **estoque** é observado nas grandes quantidades de informações heterogêneas (lotes grandes) que estão aguardando para ser processadas ou serem liberadas para os processos seguintes. Outros exemplos incluem: equipamentos e protótipos que são subutilizados ou mesmo desnecessários, armazenamento excessivo de dados, filas relacionadas ao caminho crítico, alta variabilidade do sistema, falta de controle, informações antiquadas e obsoletas. O desperdício de **reinvenção** pode ser entendido como a pouca reutilização do conhecimento. A reinvenção inclui o não uso de soluções já existentes e da experiência já adquirida em desenvolvimentos anteriores, afetando assim a qualidade e a eficiência do desenvolvimento. O desperdício está em reinventar processos, soluções, métodos e produtos que já existem ou que somente necessitariam de poucas modificações para torná-los adequados ao problema em questão, ou seja, reuso pobre de projetos de engenharia e o pouco reuso do conhecimento. A disciplina no processo inclui fatores básicos que, se não forem observados causarão um estado de desorganização do trabalho de desenvolvimento tais como: objetivos e metas obscuros, indisciplina em relação ao planejamento, insuficiente predisposição para cooperar, incompetência/treinamento pobre. Então, o desperdício de **falta de disciplina** provoca os aspectos comportamentais de informalidade, conflitos, individualismo, habilidades deficientes e pouco ou nenhum *feedback*. A grande variedade de componentes de Tecnologia da Informação – TI (*hardware, software, redes, etc.*) e o desafio de conseguir mapear todo o processo de desenvolvimento de uma forma integrada que viabilize o uso das ferramentas atuais e futuras podem levar a problemas de incompatibilidade entre software e hardware, a incapacidade de atender requisitos e especificações em termos de velocidade, confiabilidade, ergonomia, atualização e a disponibilidade baixa. Esse é o cenário do desperdício de **falta de integração de TI**.

- **Mapeamento do Fluxo de Valor**⁵: visa desenvolver um mapa do estado atual de um produto em uma folha de papel, mostrando o fluxo de material e de informações, de modo que se possa visualizar desperdícios e calcular o *lead time* total desse produto. O desenvolvimento do mapa do estado futuro, está vinculado a proposição de um plano de ação, de implementação e acompanhamento das melhorias propostas.
- **Voz do Consumidor**^{6,7,8} - prática para identificar as necessidades dos clientes. Algumas ferramentas usadas são QFD, *Focus Group* e pesquisas de marketing.
- **Envolvimento Inicial do Fornecedor (ESI)**^{9,10,11}: a intenção é manter poucos fornecedores e envolvê-los desde o início do desenvolvimento e assim estabelecer uma relação de parceria (longo prazo). Os benefícios são diminuição do risco, redução do custo e *lead time*, além do desenvolvimento conjunto e estabelecimento de metas conjugadas.
- **Padronização**^{12,13,14}: a padronização é a base para reduzir as variabilidades através de lista de verificações e como um mecanismo para capturar o conhecimento. A padronização do projeto envolve o produto, seus componentes, matéria-prima e sua arquitetura. A padronização dos processos envolve tarefas comuns, seqüência e duração das tarefas e a padronização das habilidades técnicas está relacionada com a capacidade das pessoas envolvidas na equipe do desenvolvimento.
- **Gestão Visual**^{15,16,17}: caracterizam dispositivos que têm o objetivo de detectar o erro na fonte e não seguir adiante. Exemplos são sistemas paramétricos em CAD, *checklists*, planos de testes detalhados e padronizados. Um quadro visual com o cronograma das datas e fases dos projetos em andamento auxilia a visualizar o cumprimento dos prazos e tomar pedidas preventivas em tempo, conforme a

freqüência de conferir o desempenho do projeto.

- **Integração/Engenharia Simultânea**^{18,19,20,21,22,23,24,25,26,27}: significa envolver uma equipe multidisciplinar desde o início do projeto para atender os requisitos do cliente com baixo custo. Um dos principais benefícios é antecipar problemas de fabricação e montagem e utilizar processos e equipamentos já existentes incorporando vários domínios do conhecimento.
- **Engenheiro-chefe**^{18,28,29,30,31,32,33,34} É um gerente de projeto peso pesado, responsável por todas as fases do projeto do produto. Essa prática está relacionada ao tipo de arranjo organizacional, que geralmente é matricial forte.
- **Simulação Virtual**^{35,36}: Fazer a simulação virtual através de modelos digitais (CAD/CAM e outros *softwares* para modelagem) é importante para prever erros e interagir com o processo, reduzindo assim custos de protótipos físicos e tempo.
- **Biblioteca de Projetos**^{30,38,39}: essa prática resume o aprendizado e o hábito de registrar as lições aprendidas para facilitar a reutilização do conhecimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar os periódicos que contém os temas pesquisados, observou-se que há 75 tipos diferentes, sendo que 12 destes representam 55% conforme mostra a Tabela 2^{2,3}.

Tabela 2. Periódicos mais citados sobre Lean Product Development

<i>Periódico</i>	<i>Quantidade</i>
International Journal of Operations & Production Management	27
Supply Chain Management: an International Journal	20
Journal of Manufacturing Technology Management	15
Benchmarking: an International Journal	12
Industrial Management & Data Systems	11
International Journal of Productivity and Performance Management	9
Business Process Management Journal	9
The TQM Journal	8
Journal of Product Innovation Management	7
International Journal of Lean Six Sigma	6
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	6
European Journal of Innovation Management	6

Quanto à metodologia de pesquisa, a maior parte das publicações (41%) utiliza o Estudo de Caso único ou múltiplo, seguido de *survey* (31%), conforme destaca a Figura 1^{2,3}.

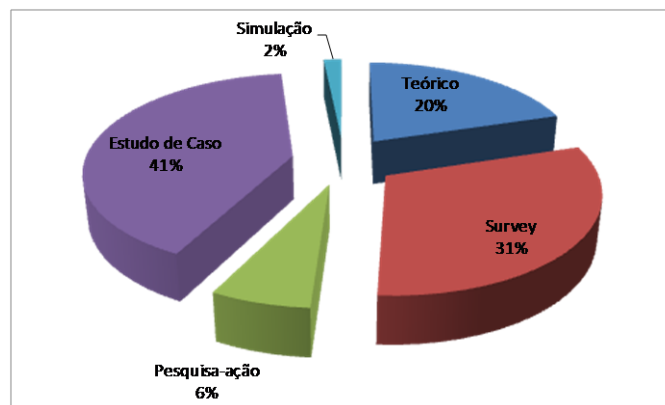


Figura 1. Metodologia utilizada nos trabalhos analisados

O termo “lean” também foi verificado, pois muitas práticas existem, em diversas áreas de aplicação (manufatura, engenharia, serviços, logística), porém nem sempre a abordagem está implementada na totalidade de forma sistêmica. Assim, 77% dos trabalhos são direcionados para a abordagem enxuta^{2,3}.

Outra análise feita foi quanto aos setores que estão sendo mais aplicados a abordagem enxuta no desenvolvimento de produtos. Muitos trabalhos tinham mais de uma aplicação, geralmente quando se tratava de estudos de casos múltiplos ou *survey*. Alguns trabalhos não foram possíveis de classificar, pois utilizavam termos genéricos, tais como “diversas” ou “várias”, separando a empresa por tipo (serviço, manufatura), por tamanho (pequena, média, grande), seleção por cargo (gerente, operacional) ou tipo de projeto (inovador, incremental)^{2,3}.

A Figura 2 evidencia que os setores de Eletroeletrônico, Autoindústria e Bens de Capital são os mais representativos com as práticas enxutas do Desenvolvimento de Produtos. O setor de Eletroeletrônico engloba eletrodomésticos, motores e alternadores, aparelhos de telecomunicações, semicondutores, máquina fotográfica, computadores, relógio e ar condicionado. Na Autoindústria estão inseridas todas as empresas fabricantes de armas, automóveis, caminhão, aeroespacial, componentes automotivos, bicicletas e aeronaves. Em Bens de Capital foram encontradas aplicações práticas de empresas de válvulas e solenóides, moldes e injeções de plástico, borracha e máquinas. Esses três setores representam 50% dos setores aplicados – eletroeletrônico (19%), autoindústria (18%) e bens de capital (14%)^{2,3}.

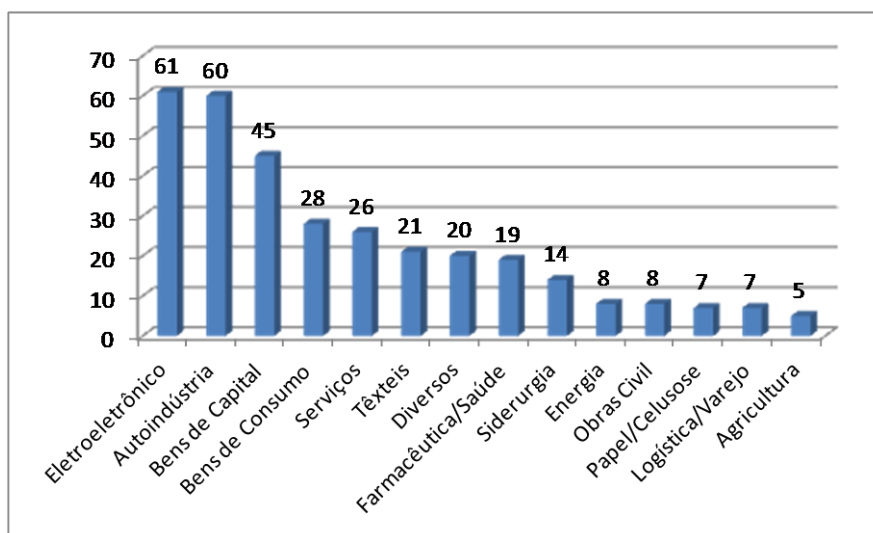


Figura 2. Quantidade de trabalhos classificado por Setores

Quanto ao local de aplicação, foram 44 no total. Além dos países também foram incluídas aplicações que citavam o continente, tal como Europa, América do Norte, Ásia e África. O país com maior número de aplicações são os Estados Unidos (18%), seguido do Reino Unido (15%), Suécia (7%), China (6%) e Índia (4%). Alemanha, Itália e Finlândia empatam com 10 publicações cada, o que representam 4% cada. No Brasil foram localizadas 4 publicações^{2,3}.

Em relação ao ano das publicações, foi considerado as mais atuais (desde 2007 até agosto de 2011). Se utilizado como exemplo a base *Emerald Insight*, quando feita a busca em periódicos, observou-se que o tema está em evolução, considerado atual e relevante no meio acadêmico. Nesse período, houve um aumento de 35% das publicações, em média 10% ao ano^{2,3}.

Um dos objetivos principais da classificação dos trabalhos foi identificar quais as práticas do DEP estão sendo aplicadas, indicadores e os resultados obtidos. Então, na Tabela 3 há em destaque as práticas mais utilizadas, considerando que muitas vezes mais de uma era encontrada em cada trabalho. A Integração, envolvimento inicial do fornecedor, padronização, aprendizado e Voz do Consumidor foram as cinco práticas mais encontradas^{2,3}.

Tabela 3. Práticas do PDP enxuto utilizadas nas publicações analisadas

PRÁTICA	Qtidade	%
Engenharia Simultânea/ Integração	94	12%
Engenheiro Chefe	60	7%
ESI	99	12%
Estrutura Organizacional	46	6%
Gestão Visual	31	4%
Modularidade	62	8%
Padronização	111	14%
Rede de Aprendizado	103	13%

SBCE	12	1%
Simulação Virtual	35	4%
VOC	116	14%
MFV	39	5%
TOTAL	808	100%

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem enxuta tem sido uma boa alternativa para a melhoria do processo de desenvolvimento de produtos para reduzir o *time-to-market* e entregar um produto de valor ao cliente. Muitas empresas já utilizam as práticas na manufatura e estão expandindo para outras áreas da empresa. No entanto, muito ainda precisa ser feito, pois percebe-se que a abordagem enxuta vai além da implementação das práticas, é preciso um entendimento dos princípios e a visualização do todo, enxergar o desenvolvimento de produtos como um sistema que agrega valor interno e externo. Ainda que a abordagem não é aplicada no todo, algumas práticas são iniciadas de forma direta ou indireta.

O objetivo desse artigo era explorar o estado da arte sobre o Desenvolvimento de Produtos, Avaliação de Desempenho, Abordagem Enxuta e suas interfaces. Os trabalhos foram avaliados com o critério principal de identificar as práticas existentes, resultados que estão sendo obtidos com a introdução do *lean* no desenvolvimento de produtos, indicadores que estão sendo utilizados e como esse processo está inserido nas organizações.

Mesmo com um universo grande de trabalhos explorados desde 2007 (aproximadamente 300 artigos), a lacuna de pesquisa mostra-se evidente, ou seja, que não há métricas claras e definidas de forma quantitativa para diagnosticar o DEP nos diversos ramos industriais. Assim, trabalhos futuros estão sendo desenvolvidos para estruturar um método de diagnóstico via *benchmarking* para avaliar quão enxutos são os Processos de Desenvolvimento de Produtos das organizações^{2,3}.

6 REFERÊNCIAS

- WARD, A. *Lean Product and Process Development*. Estados Unidos: Lean Institute, 2007.
- DAHLGAARD-PARK, S. M.; DAHLGAARD, J.J. Organizational learnability and innovability. *International Journal of Quality and Service Sciences*, v.2, n.2, 2010, pp. 153-174.
- DAL FORNO, A.J. *Método de Avaliação via benchmarking do Processo do Desenvolvimento Enxuto de Produtos*. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- WOMACK, J.P.; JONES, D. T. *Lean Thinking*. 2.ed. Free Press: New York, 2003.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar - Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- CAR – Center for Automotive Industry. *How automakers plan their products*. Business Planing, 2007. Disponível em www.cargroup.org, acessado em 07/09/2010.
- COOPER, R.G.; KLEINSCHMIDT, E.J. Winning business in product development - the critical success factors. *Research Technology Management*, v. 39, n.4, 2007, pp. 18-29.
- MCCOY, Andrew; THABET, Walid; BADINELLI, Ralph. Understanding the role of developers/builders in the concurrent commercialization of product innovation. *European Journal of Innovation Management*, V.12, n.1, 2009, pp. 102-128.

9. GURUMURTHY, A.; KODALI, R. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. *Benchmarking: an International Journal*, v. 16, n.2, 2009, pp. 274-308.
10. MCADAM, R.; HAZLETT, S.; ANDERSON-GILLESPIE, K. Developing a conceptual model of lead performance measurement and benchmarking. A multiple case analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, v.28, n.12, 2008, pp. 1153-1185.
11. SALZMAN, R. A. *Manufacturing System Design: Flexible Manufacturing Systems and Value Stream Mapping*. 2002. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) MIT Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2002.
12. EMILIANI, M.L. Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, v. 29, n.1, 2008, pp. 24-46.
13. MARKSBERRY, P. et al. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 21, n. 6, 2010, p. 670-686.
14. MUENSTERMANN, B. et al. The performance impact of business process standardization: HR case study insights. *Management Research Review*, v.33, n.9, 2010, p. 924-939.
15. CHILDERHOUSE, P.; THOMAS, A.; PHILLIPS, G.; TOWILL, D.R. Auditing improvements in a product delivery process (AIPDP). *Business Process Management Journal*, v.16, n.4, 2010, pp. 598-618.
16. LOCHER, D.A. *Value Stream Mapping for Lean Development – a how-to guide for streamlining time to market*. Estados Unidos: CRC Press: 2008.
17. PARRY, G.; MILS, J.; TURNER, C. Lean competence - integration of theories in operations management practice. *Supply Chain Management: an International Journal*, v. 15, n.3, 2010, pp. 216-226.
18. ARNHEITER, E.D.; GREENLAND, J.E. Looking for root cause - a comparative analysis. *The TQM Journal*, v. 20, n.1, 2008, pp. 18-30.
19. BROUSSEAU, E.; DIMOV, S.; SETCHI, R. Knowledge acquisition techniques for feature recognition in CAD models. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v.19, 2008, pp. 21-32.
20. DAHLGAARD-PARK, S. M.; DAHLGAARD, J.J. Organizational learnability and innovability. *International Journal of Quality and Service Sciences*, v.2, n.2, 2010, pp. 153-174.
21. DU, L. Acquiring competitive advantage in industry through supply chain integration - a case study of Yue Yuen Industrial Holdings Ltd. *Journal of Enterprise Information Management*, v.20, n.5, 2007, pp. 527- 543.
22. KINCADE, D.H.; REGAN, C.; GIBSON, F.Y. Concurrent engineering for product development in mass customization for the apparel industry. *International Journal of Operations & Production Management*, v.27, n.6, 2007, pp. 627-649.
23. MOTTONEN, M.; BELT, P.; HARKONEN, J.; LIN, B. Managing requirements in ICT companies. *Business Process Management Journal*, v.15, n.6, 2009, pp. 968-989
24. OTHMAN, R.; GHANI, R.A. Supply chain management and supplier's HRM practice. *Supply Chain Management: an International Journal*, v.13, n.4, 2008, pp. 259-262.
25. SAAD, S.M.; GINDY, N.N.Z. Future shape of the responsive manufacturing enterprise. *Benchmarking: an International Journal*, v.14, n.1, 2007, pp. 140-152.
26. SNEE, R.D. Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, v.1, n.1, 2010, pp. 9-29.
27. TUHOLSKI, S.J.; GURSEL, A.P.; TOMMELEIN, J.D.; BOMBA, G. Lean Comparison Using Process Charts of Complex Seismic Retrofit Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2009, pp. 230-239.
28. CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D.R.; AITKEN, J.; CHILDERHOUSE, P. Value stream classification. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n.4, 2009, pp. 460-474.

29. HOLTZMAN, Y. Strategic research and development: it is more than just getting the next product to market. *Journal of Management Development*, v.30, n.1, 2011, pp. 126-133.
30. MORGAN, J.; LIKER, J. K. *Sistema Toyota de desenvolvimento de produto: integrando pessoas, processo e tecnologia*. Trad. Raul Rubenich. Porto Alegre: Bookman, 2008.
31. OWENS, J.D. Why do some UK SMEs still find the implementation of a new product development process problematical?. *Management Decision*, v.45, n.2, 2007, pp. 235-251.
32. ROZENFELD, H. et al. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006.
33. SAWHNEY, R.; SUBBURAMAN, K.; SONNTAG, C.; RAO, P.R.V.; CAPIZZI, C. A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.27, n.7, 2010, pp. 832-855.
34. SUMMERS, G.J.; SCHERPEREEL, C.M. Decision making in product development - are you outside-in or inside-out. *Management Decision*, v.46, n.9, 2008, pp. 1299-1312.
35. ETTLIE, J.E.; ELSNBACH, J.M. Modified Stage-Gates Regimes in New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*, v.24, pp. 20-33, 2007.
36. SARKIS, J.; TALLURI, S.; GUNASEKARAN, A. A strategic model for agile virtual enterprise partner selection. *International Journal of Operations & Production Management*, v.27, n.11, 2007, pp. 1213-1234.
37. TUHOLSKI, S.J.; GURSEL, A.P.; TOMMELEIN, J.D.; BOMBA, G. Lean Comparison Using Process Charts of Complex Seismic Retrofit Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2009, pp. 230-239.
38. NONAKA, I., TAKEUCHI, H. *Gestão do Conhecimento*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
39. WAAL, A.A.; COUNET, H. Lessons learned from performance management systems implementations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v.58, n.4, 2009, pp. 367-390.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo auxílio financeiro.