

Princípios Enxutos como Elemento de Inovação no Processo de Desenvolvimento de Produtos

Marcio Cardoso Machado – EPUSP-PRO – marcio.cardoso@poli.usp.br

Nilton Nunes Toledo – EPUSP-PRO – tolenil@usp.br

Sergio Gozzi – FEA-USP – sergiog@usp.br

Resumo

A dinâmica da inovação exige esforços distintos das empresas em função do estágio em que se encontra a indústria, da qual esta empresa faz parte. Os esforços de inovação basicamente podem ser divididos em dois grupos: aquele voltado para o produto e aquele voltado para o processo. A inovação no produto tende a ocorrer de forma mais pronunciada nos estágios iniciais do desenvolvimento das indústrias. Nas indústrias consideradas maduras, as inovações no produto passam a ocorrer de forma incremental, e o esforço principal da inovação passa a se concentrar nos processos. O objetivo deste trabalho é investigar a possibilidade da utilização de princípios e práticas enxutas na melhoria do processo de desenvolvimento de produtos. Para tanto, foram realizadas pesquisas de campo em duas empresas do setor aeronáutico nacional, com o objetivo de verificar o grau de alinhamento dos processos de desenvolvimento de produtos destas empresas com os princípios e práticas enxutas. Adicionalmente, uma breve revisão da literatura é realizada com o objetivo de evidenciar estudos anteriores sobre a aplicabilidade dos princípios enxutos em ambientes diferentes da manufatura.

Palavras-chave: Princípios enxutos, Desenvolvimento de Produtos, Inovação.

1. Introdução

Em um ambiente intenso e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos e processos crescentemente tem se tornado o principal foco de competição (Wheelwright & Clark, 1992). Esta nova competição industrial fortemente focada no desenvolvimento de produto está sendo dirigida por forças que têm surgido, nas últimas décadas, em muitas indústrias ao redor do mundo. São elas: o aparecimento de uma intensa competição internacional; a criação de mercados segmentados com consumidores sofisticados; e as variadas transformações tecnológicas (Clark & Fujimoto, 1991).

Examinando a literatura sobre inovação industrial, verifica-se que os produtos aeronáuticos tornaram-se “*dominante design*” (Utterback, 1996), *figura 1*. e entraram em uma fase específica no seu ciclo de vida. A inovação, nesta fase, está centrada na melhoria incremental do produto, especialmente no que diz respeito à produtividade; à qualidade; à tecnologia de processo e às tecnologias que oferecem produtos substitutos superiores (Murman, 2000) *figura 2*.

A possibilidade de implementação de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos aparece como uma oportunidade de estudo, visto que, segundo Krishnan & Ulrich (2001), os benefícios de novas ferramentas para gerenciar o conhecimento acerca do produto e para dar suporte à tomada de decisão no desenvolvimento necessitam ser explorados em grandes detalhes.

O primeiro princípio enxuto é a especificação de valor. Contudo, durante o processo de desenvolvimento de produtos o valor é difícil de ser entendido. A complexidade do processo, a distância do consumidor final, a alternância das condições de mercado, o aparecimento de novas tecnologias e as incertezas de performance técnica, custo e programação, tornam a definição de valor baseada nas necessidades dos clientes uma tarefa de difícil execução.

Trabalhos anteriores como Stanke (2001) e Chase (2001) oferecem modelos para a representação destas complexidades.

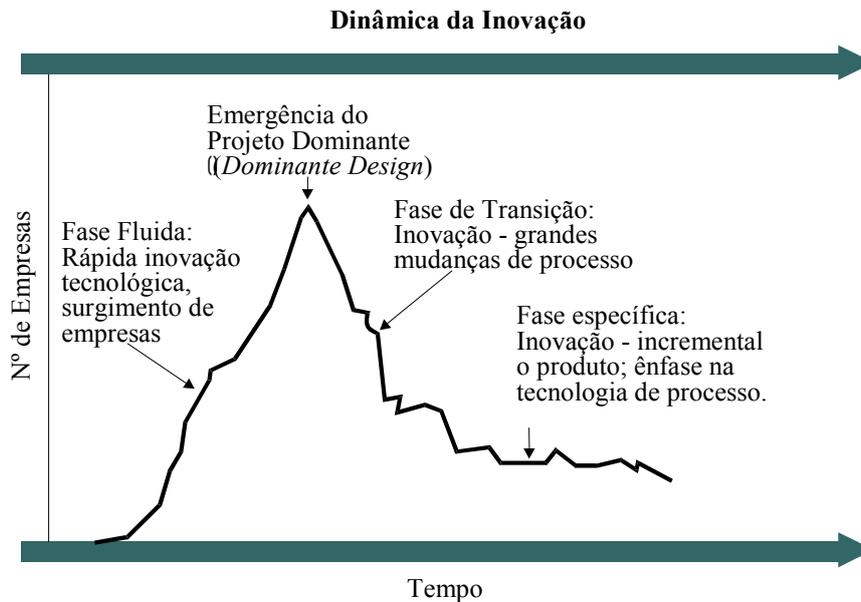


Figura 1: A Dinâmica da Inovação (Utterback, 1996).

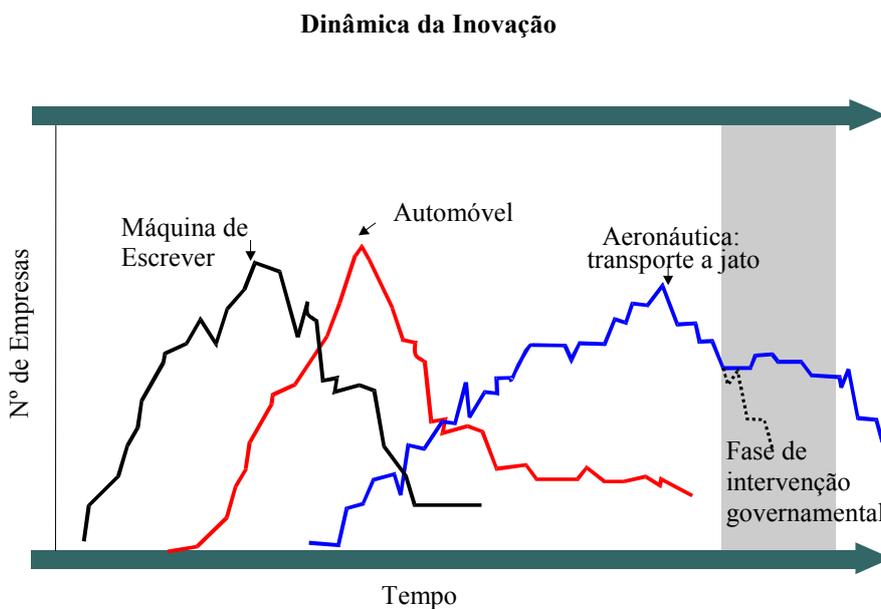


Figura 2: A Dinâmica da Inovação em três setores específicos (Murman *at. al.*, 2002).

2. Inovação

A inovação tecnológica tem sido, através da história, a força propulsora para o desenvolvimento industrial, para o crescimento da produtividade e, de fato, para a elevação de nosso padrão de vida. Porém, estudos mais aprofundados sobre seu papel e influência na indústria são um fenômeno relativamente recente (Abernathy & Clark, 1985).

Para Utterback (1996), apesar do aumento do interesse pela influência de novas tecnologias na estrutura da indústria e na concorrência de mercado, poucos estudantes pesquisadores têm examinado relações entre processos de produção, melhoria do processo, avanços de produtividade e competitividade.

Abernathy & Clark (1985) já ressaltavam que alguns trabalhos têm examinado as determinantes da inovação somente com foco na demanda e na estrutura de mercado, e o papel efetivo da inovação não estava sendo discutido. Desta forma, apenas os aspectos da indústria ou da empresa que estimulam ou retardam o avanço tecnológico eram o centro das investigações.

A inovação não é um fenômeno que pode ser unificado, pois algumas inovações rompem, destroem e tornam obsoletas tecnologias estabelecidas, enquanto outras as refinam e as melhoram, assim como seus efeitos nos sistemas de produção podem ser diferentes daqueles que ocorrem nas interações entre consumidores e mercado. Estas diferenças ressaltam que a significância competitiva de uma inovação depende do que ela representa para o valor e para a aplicabilidade da competência estabelecida.

A criação de nichos de mercado e o estabelecimento de uma nova arquitetura de produto envolvem um tipo de inovação que é visível e aparentemente lógica. No sentido oposto, existe um tipo de inovação que normalmente não é visível. Esta, porém, possui um importante efeito cumulativo no custo e performance do produto. Abernathy & Clark (1985) chamam-na de inovação "Regular" e faz parte do que consta da estrutura do modelo que os autores intitularam "Mapa de Transiliência". Neste tipo de inovação, as mudanças ocorrem nas competências técnicas e de produção estabelecidas e, por se tratar de uma mudança incremental na tecnologia de processo, tende a elevar a produtividade e aumentar a capacidade do processo.

3. Os Princípios Enxutos no Ambiente de Desenvolvimento de Produtos

Para Womack & Jones (2003), a aplicação dos cinco princípios enxutos nos processos e em toda a empresa conduzirá ao que eles chamam de estado "enxuto". Este estado enxuto é resultante da eliminação de desperdícios nas operações, de tal forma que os produtos possam ser desenvolvidos com uma mínima parcela dos custos totais de material, tempo e esforço humano.

Estes princípios são:

- Princípio do Valor: especificar de forma precisa o valor;
- Princípio do Fluxo do Valor: identificar o fluxo do valor;
- Princípio do Fluxo: fazer com que o valor identificado flua;
- Princípio do Sistema Puxado: deixar que o consumidor puxe o valor; e
- Princípio da Perfeição: esforço para a perfeição.

Um número significativo dos exemplos de aplicação e discussão dos princípios enxutos tem sido amplamente focado na área da manufatura, principalmente no que tange ao fluxo de valor. Segundo Slack (1998), existem exemplos na indústria onde estes princípios conseguiram transformar com sucesso empresas de manufatura. Porém, os processos utilizados na manufatura e no processo de desenvolvimento de produtos são diferentes, assim como existem diferenças no produto que estes processos produzem.

A habilidade de colocar no mercado produtos inovadores e de alta qualidade, têm rapidamente se tornado fato condicionante para o sucesso de uma empresa. Na indústria automobilística isto é particularmente verdadeiro, pois a drástica redução no tempo de ciclo de desenvolvimento e o aumento significativo da qualidade dos produtos têm sido fatores cruciais para a distinção entre as melhores empresas e o resto da indústria (Sobeck, Ward and Liker 1999).

Qual a relação disso com a mentalidade enxuta? A velocidade da colocação de um produto no mercado é alcançada tanto através da maximização da eficiência no projeto do produto como através dos estágios de manufatura. A pesquisa comparativa realizada por Morgan (2002) na indústria automobilística sugere que a performance no desenvolvimento de produtos pode ser beneficiada pelas mesmas ferramentas e métodos enxutos que dirigiram o renascimento da manufatura norte-americana.

Para Morgan (2002), o sistema Toyota de desenvolvimento de produto pode oferecer, à engenharia, a mesma transformação inovadora que o Sistema de Produção Toyota ofereceu à manufatura. O sistema Toyota de desenvolvimento de produto facilita a colocação rápida no mercado de produtos com qualidade superior e através de uma manufatura ágil e eficiente.

Em resumo, a Toyota tem conseguido, sistematicamente, desenvolver produtos e respectivos processos com menores custos, mais rapidamente e com melhor qualidade do que seus concorrentes. E, este sucesso, em grande medida, deve-se à ampliação da aplicação da filosofia implícita no Sistema Toyota de Produção para as mais diversas funções empresariais.

O processo de desenvolvimento dos 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.

Assim como, por anos, os reais conceitos e práticas da Toyota na manufatura ficaram escondidos ou pouco compreendidos, agora o desafio é desvendar a "caixa preta" presente nos conceitos da empresa nesta dimensão dos negócios.

O problema a ser investigado por este trabalho é se os princípios enxutos, que tem facilitado, na manufatura, a transição para um estado enxuto, podem se utilizados de forma efetiva na melhoria do processo de desenvolvimento de produtos.

4. Estudos de Campo

As empresas estudadas foram escolhidas em função do estágio de inovação praticado pela indústria da qual fazem parte. A indústria aeronáutica, como já mencionado neste trabalho, encontra-se na fase específica, definida por Utterback (1996), e portanto necessita buscar inovações relacionadas com processos visto que seus produtos já alcançaram o que podemos chamar de *dominant design*. Os estudos realizados objetivaram avaliar o grau de alinhamento das empresas com os princípios e práticas enxutas. Para tanto foi utilizado um formulário híbrido adaptado do *Lean Self Assessment* (LESAT) proposto pelo MIT. Com este instrumento de pesquisa foi possível coletar informações através dos seguintes métodos: entrevistas, observação direta e pesquisa documental, além de permitir a mensuração do grau

de alinhamento das empresas com os princípios enxutos. Para efeito deste artigo somente serão apresentados os resultados relacionados com grau de alinhamento. A empresa “A” tem sido reconhecida pelo excelente desempenho no desenvolvimento de produtos e na integração de sistemas. A empresa “B” tem um volume grande de projetos de desenvolvimento de itens para a aviação militar e para equipamento de apoio ao solo.

4.1 Descrição das Empresas

4.1.1 Empresa A

A empresa A pertence à indústria aeronáutica brasileira, porém a sua atuação se expande para além das fronteiras do território nacional. Seus principais produtos são aeronaves de transporte regional de passageiros e aviões de emprego militar, além de atuar como fornecedora de partes para outras empresas da indústria aeronáutica internacional. Em função de alguns critérios de confidencialidade as informações dos questionários foram obtidas basicamente através de três fontes: a partir de entrevistas realizadas durante três visitas à fábrica, visitas estas que ocorreram ao longo de seis meses; observação direta durante as mesmas visitas e artigos e trabalhos científicos sobre a empresa em questão.

4.1.2 Empresa B

A empresa B é uma empresa governamental cuja principal atividade é o desenvolvimento de itens aeronáuticos de reposição para a frota de aviões da Força Aérea Brasileira. O processo de desenvolvimento de produtos nesta empresa tem como principais características: um alto grau simultaneidade de produtos sendo desenvolvidos e também uma quase-totalidade de desenvolvimento puxado a partir da necessidade dos clientes. Para o preenchimento dos questionários foram realizadas visitas mensais ao longo de um ano. Os entrevistados pertenciam à alta administração, ao corpo de engenheiros e ao quadro técnico.

4.2 Método Utilizado

Para avaliar o grau de alinhamento das empresas com os princípios enxutos foram realizados dois estudos de caso. No instrumento de coleta de dados existiam seis questionamentos acerca das práticas enxutas, que podem estar relacionados com um ou mais princípios enxutos. Cabe ressaltar que segundo Slack (1998), o princípio do sistema puxado não se mostrou aplicável no contexto de desenvolvimento de produtos, a não ser em situações específicas onde o processo de desenvolvimento de produtos é desencadeado pelo próprio cliente. Sabendo que nenhuma das empresas analisadas tem um processo de desenvolvimento enxuto formalizado, não se pretendeu com esta avaliação verificar o grau de maturidade do processo, somente o grau de alinhamento.

Os seis questionamentos encontram-se descritos abaixo:

- Q1 – O processo de desenvolvimento de produto é formalizado e compreendido? (princípio do fluxo do valor).
- Q2 – Os clientes e demais *stakeholders* (acionistas, funcionários, etc.) são regularmente envolvidos no processo de desenvolvimento? (princípio do valor).
- Q3 – As preocupações iniciais dos *stakeholders* acerca do projeto e do desenvolvimento são consideradas e incorporadas no processo tão cedo quanto possível? (princípio do valor).

- Q4 – As interações desnecessárias no ciclo de desenvolvimento são removidas? (princípio do fluxo).
- Q5 – O ciclo de desenvolvimento tem sido simplificado e alinhado ao caminho crítico? (princípio do fluxo e princípio da perfeição).
- Q6 – Produtos e processos são desenvolvidos de forma simultânea? (princípio do fluxo e princípio da perfeição).

Para cada questionamento foi utilizada uma escala de pontuação que variou de 1 a 5. Os valores mais próximos de 1 representavam pouco alinhamento com a prática enxuta avaliada, por consequência os valores mais próximos de 5 representavam alto grau de alinhamento com as práticas enxutas.

4.3 Resultados Obtidos

As respostas das empresa estudadas revelam importantes diferenças , no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de produtos. Os resultados obtidos foram representados de forma gráfica para uma melhor visualização dos resultados obtidos (figuras 3 e 4).

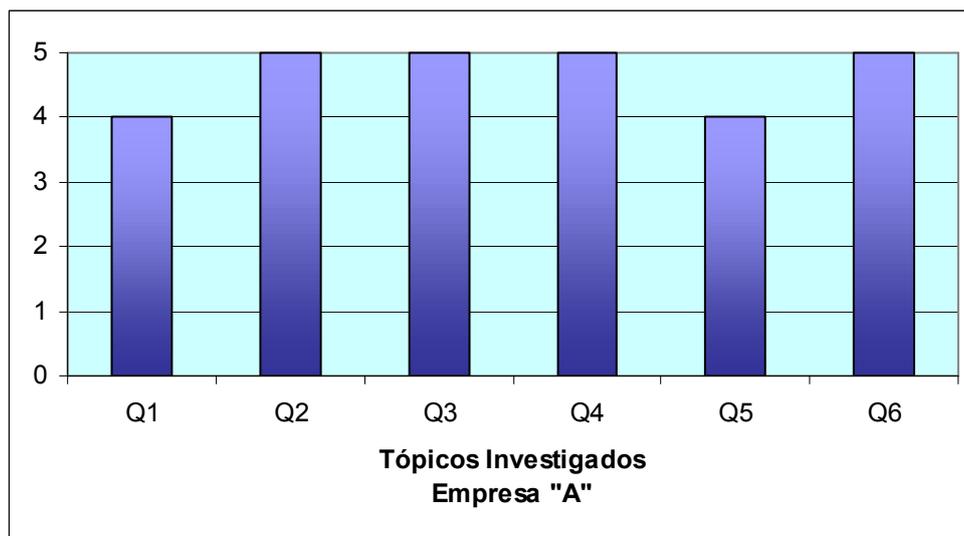


Figura 3 – Grau de alinhamento da empresa “A”.

O primeiro ponto que se deve ressaltar acerca das diferenças de desenvolvimento de produtos entre as empresas estudadas está relacionado com a formalização do processo (Q1). Ambas as empresas estudadas possuem um processo formal de desenvolvimento de produto, porém, em função da complexidade, existe uma dificuldade maior para a empresa “A” em fazer com que todos os participantes o compreendam. Na empresa “B”, cujo número de envolvidos é menor verificou-se uma melhor compreensão acerca do processo. Os esforços de melhoria do processo se mostraram mais evidentes na empresa “A”.

No segundo e terceiro ponto (Q2 e Q3) – envolvimento dos *stakeholder* – observou-se que, na empresa “A”, este envolvimento acontece ao longo de todo processo, com mais ênfase em fases específicas. Enquanto na empresa “B” o envolvimento se dá somente no início do processo e este envolvimento se dá de forma parcial.

Na quarto questionamento do formulário (Q4) – fluxo de informações – foram obtidos as seguintes informações. A empresa “A” possui um *software* que disponibiliza as informações relativas ao processo de desenvolvimento e ao mesmo tempo oferece a possibilidade de avaliação do impacto que as atividades a jusante podem ter nas atividades a montante. Na empresa “B” não foi identificada qualquer atividade de avaliação dinâmica do fluxo de informações.

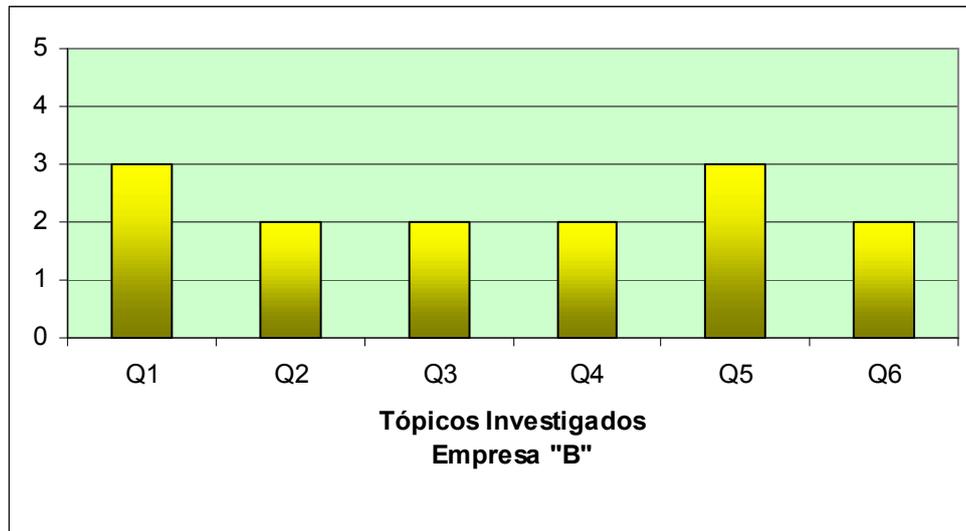


Figura 4 – Grau de alinhamento da empresa “A”.

O quinto questionamento (Q5) tratou da simplificação do processo. Para a empresa “A” este objetivo é claro e várias iniciativas são tomadas neste sentido, como por exemplo: a utilização conjunta de ferramentas de CAD, CAM, CAE e CIM, e o uso de *mock up* eletrônico. Na empresa “B” não se observou ações de melhoria no sentido de simplificar o processo de desenvolvimento.

Com relação simultaneidade no desenvolvimento de produtos e processos (Q6), verificou-se que a empresa “A” utiliza times integrados de desenvolvimento, com envolvimento de *stakeholders*, além da utilização de métricas de avaliação. Na empresa “B” a utilização de times ocorre somente em um momento específico a montante do processo.

4.4 Considerações

As respostas das empresas estudadas revelaram importantes diferenças, no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de produtos e conseqüentemente no grau de alinhamento destes processos com os princípios. A empresa “A” com maior alinhamento é também a que tem sido reconhecida pela excelência em desenvolvimento de projetos e integração de sistemas. Isto reforça a ideia de Morgan (2002) de que os princípios e conceitos enxutos presentes no processo de desenvolvimento de produtos então utilizados pela Toyota podem ser úteis a outras empresas mesmo que não pertencentes à indústria automobilística.

Na empresa “B”, o grau de alinhamento foi considerado baixo, assim como foi observado que existem várias ineficiências no que tange a melhoria do processo. Alguns indicadores, não detalhados no corpo deste trabalho mas observados durante as visitas realizadas ao longo de um ano na empresa “B”, revelaram que a empresa tem enfrentado problemas de retrabalho em função de interações tardias.

Portanto, a inovação do processo de desenvolvimento de produtos através da utilização de princípios enxutos foi identificada como uma possibilidade factível. Este breve trabalho não pretende esgotar a discussão sobre o tema. Ao contrário, pretende oferecer um marco inicial para futuras pesquisas, no cenário nacional, relacionadas com a utilização de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos.

5. Bibliografia

- ABERNATHY W.J. e CLARK, K.B. *Inovation: mapping the winds of creative destruction*. Research Policy 14, pág. 3-32. Elsevier Science Publishers B. V. North-Holland: 1985.
- CHASE, James P. *Value creation in the product development process*. Thesis of master in science in management. MIT. Massachusetts: 2001
- CLARK, Kim B. FUJIMOTO, T. *Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- KRISHNAN V. ULRICH, Karl T. *Product development decisions: a review of the literature*. Management Science. Vol 47, n.º 1, pág. 1-21: January 2001.
- MORGAN, James M. *High performance product development: a systems approach to a lean product development process*. Thesis (Phd) in industrial and operations engineering. The University of Michigan: 2002.
- MURMAN, E. WALTON, M. REBENTISCH, E. *Challenges in the better, faster, cheaper era of aeronautical design, engineering and manufacturing*. Lean aerospace initiative. Center for technology, policy, and industrial development. Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 2000.
- MURMAN, E. . *at. al.. Value in Aerospace Industry*. Palgrave: New York, 2002.
- SLACK, R. A. *The application of lean principles to the military aerospace product development process*; Thesis (Master in Science). Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 1998.
- Sobek II, Durward K.; Ward, Allen C.; Liker, Jeffrey K. *Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering*; MIT Sloan management review. Vol. 40, No. 2, pp. 67–83, 1999.
- STANKE, A. *A framework for achieving lifecycle value in product development*. Thesis (Master in Science). Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 2001.
- UTTERBACK, James M. *Mastering the dynamics of innovation* – Harvard Business School Press – USA – 1996.
- WHEELWRIGHT, S. C., CLARK, K. B. *Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality*. New York: The Free Press, 1992.
- WOMACK, James P. JONES, Daniel T. ROOS, Daniel. *The Machine That Changed the World*. New York: Rawson Associates through HarperCollins, 1990. HD9710.A2.W66
- WOMACK, J. P., and Jones, D. T. *Lean Thinking*. New York, US: Simon and Schuster, 1996.