

GESTÃO DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS: DELIMITAÇÃO DO ESCOPO E PROPOSTA DE DEFINIÇÃO

Eduardo de Senzi Zancul (EESC-USP)
ezancul@yahoo.com

Henrique Rozenfeld (EESC-USP)
roz@sc.usp.br



A gestão do ciclo de vida de produtos ou Product Lifecycle Management (PLM) é um tema de pesquisa abrangente, estudado por disciplinas da engenharia, da administração de empresas e da tecnologia de informação. A abrangência do tema e a variedade de disciplinas envolvidas resultaram no desenvolvimento de diversas visões sobre o gerenciamento do ciclo de vida de produtos. Considerando essa situação, o objetivo deste artigo é apresentar as diversas visões existentes sobre a gestão do ciclo de vida de produtos, discutir a delimitação entre elas e propor uma definição para a gestão do ciclo de vida de produtos com base em uma das visões existentes sobre o tema. O artigo está estruturado em 7 itens. O ponto de partida é o entendimento das fases pelas quais um produto passa, desde a sua concepção até o seu descarte (item 2). Em seguida, são discutidas as diversas visões empregadas hoje na gestão do ciclo de vida de produtos (item 3). Considerando a visão de gestão de dados de produto é apresentada uma definição para PLM (item 4). São discutidas, então, e as diferenças entre o PLM como abordagem de gestão e como recurso de tecnologia da informação (item 5). Por fim, é analisada a importância da gestão do ciclo de vida de produtos - conforme a definição apresentada nesse artigo - para a competitividade da indústria no Brasil (item 6).

Palavras-chaves: Gestão do ciclo de vida de produtos; PLM

1. Introdução

A gestão do ciclo de vida de produtos ou *Product Lifecycle Management* (PLM) é um tema de pesquisa abrangente, estudado por disciplinas da engenharia, da administração de empresas e da tecnologia de informação. A abrangência do tema e a variedade de disciplinas envolvidas resultaram no desenvolvimento de diversas visões sobre o gerenciamento do ciclo de vida de produtos.

Considerando essa situação, o objetivo deste artigo é apresentar as diversas visões existentes sobre a gestão do ciclo de vida de produtos, discutir a delimitação entre elas e propor uma definição para a gestão do ciclo de vida de produtos com base em uma das visões existentes sobre o tema.

O artigo está estruturado em 7 itens. O ponto de partida é o entendimento das fases pelas quais um produto passa, desde a sua concepção até o seu descarte (item 2). Em seguida, são discutidas as diversas visões empregadas hoje na gestão do ciclo de vida de produtos (item 3). Considerando a visão de gestão de dados de produto é apresentada uma definição para PLM (item 4). São discutidas, então, e as diferenças entre o PLM como abordagem de gestão e como recurso de tecnologia da informação (item 5). Por fim, é analisada a importância da gestão do ciclo de vida de produtos – conforme a definição apresentada nesse artigo – para a competitividade da indústria no Brasil (item 6).

2. Fases do ciclo de vida de produtos

O ciclo de vida de um produto compreende todas as fases pelas quais o produto passa, desde a sua concepção, até a destinação final após o seu uso. De maneira genérica, o ciclo de vida pode ser organizado em quatro macrofases típicas: desenvolvimento do produto, produção, uso do produto em conjunto com serviços agregados, descarte (WESTKAMPER; ALTING; ARNDT, 2000, p. 505; REBITZER et al., 2004, p. 702). Cada uma dessas quatro macrofases do ciclo de vida é composta por fases mais específicas, como aquelas representadas pelas setas em branco, na Figura 1.

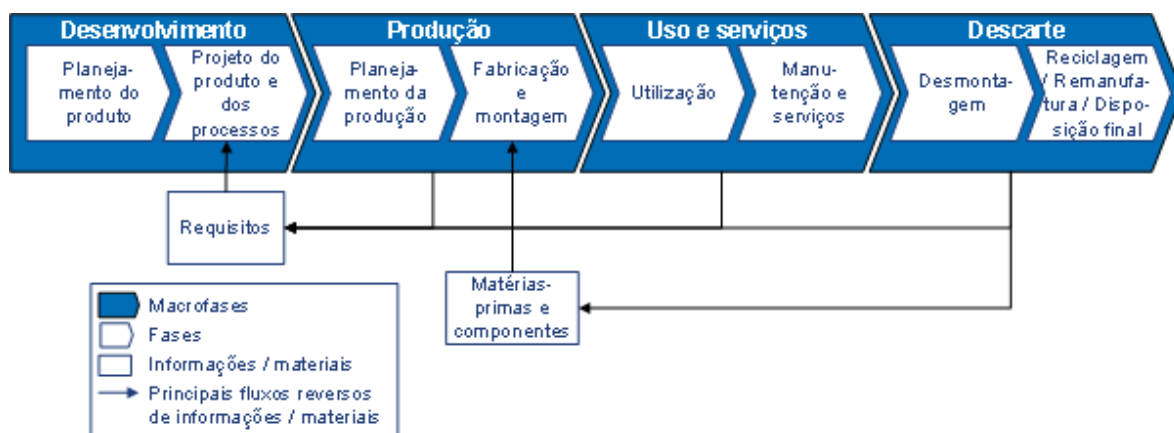


Figura 1. Fases típicas do ciclo de vida de um produto

O ciclo de vida é iniciado a partir da análise de oportunidades de mercado, na fase de planejamento do produto. Nessa fase, o portfólio de produtos e de projetos é definido levando em consideração o posicionamento estratégico da empresa (ROZENFELD et al., 2006, p. 45-46). Os produtos selecionados pela empresa passam para a fase de projeto de engenharia e dos

processos de manufatura. Tal fase é de fundamental importância, pois nela são definidas características do produto que têm impacto ao longo de todo o ciclo de vida. De acordo com Asiedu e Gu (1998, p. 883), o projeto influencia entre 70% e 85% do custo total do produto. Da mesma forma, as decisões de projeto, como a seleção de materiais e a definição de processos de produção, determinam cerca de 70% do impacto ambiental do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida (REBITZER et al., 2004, p. 702). Por esse motivo, é importante que o projeto considere os requisitos das demais fases do ciclo de vida (Figura 9).

A produção é iniciada com o planejamento do uso dos recursos de manufatura. De acordo com esse planejamento, o produto é fabricado e montado. Ao final da macrofase de produção, o produto pode ser entregue ao cliente que irá utilizá-lo.

O uso de um produto envolve, em muitos casos, a realização de serviços, como a manutenção, a substituição de peças e a atualização de softwares. O tempo em que o produto permanece em uso varia muito dependendo da categoria.

Após o uso, o produto é descartado. O descarte envolve a desmontagem. Peças recicláveis ou que possam ser remanufaturadas são reaproveitadas, enquanto que os demais itens são destinados para disposição final. O ciclo de vida é concluído com o fluxo de informações e de materiais das fases finais para as fases iniciais (Figura 1).

Ao longo das fases do ciclo de vida descritas anteriormente é gerada uma grande quantidade de informações que precisam ser gerenciadas. Além da gestão das informações, as empresas precisam gerenciar o desempenho dos produtos ao longo do ciclo de vida em relação ao potencial de mercado, aos custos e ao impacto no meio ambiente. Essas várias perspectivas, existentes atualmente de gestão dos diferentes aspectos do ciclo de vida de produtos, são discutidas a seguir.

3. Visões existentes para a gestão do ciclo de vida

A gestão do ciclo de vida é um tema de pesquisa abrangente, estudado por diversas disciplinas. A abrangência do tema e a variedade de disciplinas envolvidas resultaram no desenvolvimento de várias visões sobre o gerenciamento do ciclo de vida de produtos. Dentre todos os enfoques possíveis sobre o tema, cinco visões principais se destacam atualmente pela quantidade de publicações acadêmicas: marketing, engenharia de desenvolvimento de produtos, gestão ambiental, gestão de custos e gestão de dados de produto.

Cada uma dessas visões possui um foco de atuação diferenciado. Ou seja, cada uma das visões se propõe a resolver problemas distintos. Por exemplo, na visão do marketing, uma das principais questões é a otimização da curva de vendas dos produtos, desde a introdução até a retirada do mercado (GOLDER; TELLIS, 2004, p. 208). Na visão da gestão ambiental, as questões principais são a mensuração e a redução dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida (REBITZER et al., 2004, p. 702). Dado o enfoque diferenciado, cada visão atua em macrofases distintas do ciclo de vida e possui um conjunto próprio de abordagens, de métodos e de ferramentas (Figura 2).

O marketing trata do ciclo de vida após a introdução do produto no mercado, ou seja, o foco é na macrofase de uso dos produtos. São geralmente considerados quatro estágios do ciclo de vida, relacionados ao padrão de vendas no mercado (BAYUS, 1994, p. 302): introdução (do início da comercialização até o início do crescimento rápido nas vendas), crescimento (período de rápido crescimento nas vendas), maturidade (vendas desaceleram e se estabilizam) e declínio (período de vendas em queda até a retirada do mercado). Considerando essas quatro fases, as principais pesquisas com a visão do marketing tratam da modelagem

dos padrões de vendas e da generalização desses padrões para diferentes setores da indústria (GOLDER; TELLIS, 2004, p. 207).

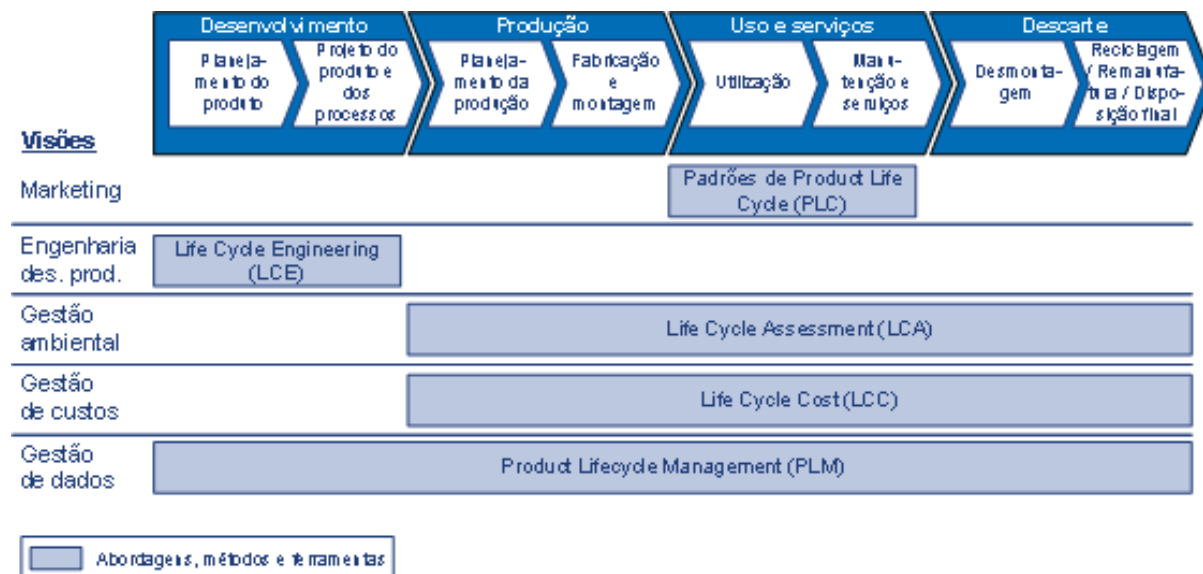


Figura 2. Visões sobre a gestão do ciclo de vida de produtos (adaptado de WESTKAMPER; ALTING; ARNDT, 2000, p. 507)

Na visão da engenharia, o foco é no desenvolvimento de produtos que considerem os requisitos de desempenho, de impacto no meio-ambiente e de custos das fases posteriores do ciclo de vida (WANYAMA et al., 2003, p. 307). A abordagem de projetos aplicada nesse sentido é chamada de *Life Cycle Engineering* (LCE). Essa abordagem emprega vários métodos de projeto, que têm como objetivo considerar, durante o desenvolvimento do produto, as questões críticas que terão impacto somente mais tarde, i.e. em outras fases posteriores do ciclo de vida. Tais métodos de projeto ficaram conhecidos pela sigla DFX (*Design for X*), na qual a letra X é alterada conforme o método específico. Na Figura 3 são listados alguns exemplos desses métodos, como o DFE (*Design for Environment*), o DFES (*Design for Energy Saving*), o DFD (*Design for Disassembly*).

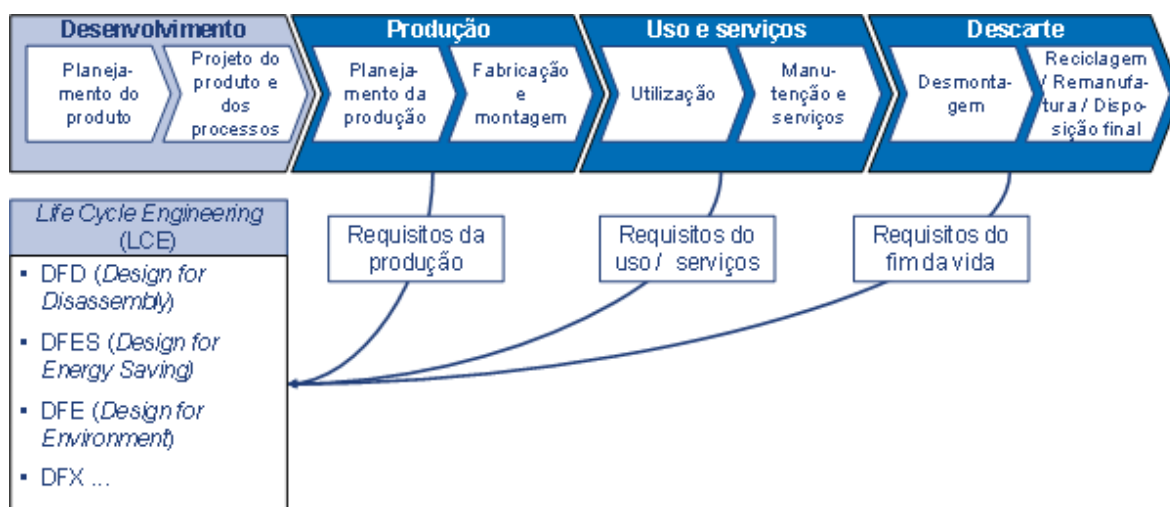


Figura 3. Definição de *Life Cycle Engineering* e métodos empregados

Na visão da gestão ambiental, a ênfase é dada à estimativa e à avaliação dos impactos ambientais que podem ser atribuídos a um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida – consumo de energia, emissões, entre outros aspectos. O método empregado para medir o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida é conhecido por *Life Cycle Assessment* (LCA).

Na aplicação do LCA, são consideradas principalmente as macrofases de produção, de uso e de descarte dos produtos (Figura 2). O desenvolvimento é geralmente desconsiderado, pois nele os impactos no meio ambiente são comparativamente muito menores. No entanto, deve-se observar que as decisões realizadas no desenvolvimento determinam grande parte dos impactos ambientais nas fases seguintes do ciclo de vida (REBITZER et al., 2004, p. 702). Isso evidencia a inter-relação entre os métodos de *Life Cycle Engineering* e de *Life Cycle Assessment*. Segundo Alting (1995, p. 570), *Life Cycle Engineering* é a abordagem de projeto do ciclo de vida que direciona as escolhas sobre o conceito do produto, a estrutura, os materiais e os processos. Já a *Life Cycle Assessment* é um método que indica as conseqüências dessas escolhas no meio ambiente e no uso de recursos.

A gestão de custos tem semelhanças com a gestão ambiental. Enquanto o desenvolvimento determina entre 70% e 85% do custo total do produto (ASIEDU; GU, 1998, p. 883), a maior parte dos custos é incorrida, efetivamente, nas fases posteriores do ciclo de vida. Dessa forma, é importante prover os projetistas de informações sobre custos para direcionar as decisões de engenharia. Nesse sentido, são empregados métodos de análise do *Life Cycle Cost* (LCC), que possibilitam a estimativa do custo total com o desenvolvimento, a produção, o uso e o descarte de produtos (ASIEDU; GU, 1998, p. 902).

Por fim, na visão da gestão de dados, a ênfase principal é no apoio à criação, à gestão, à disseminação e ao uso das informações de produtos ao longo do ciclo de vida (CIMDATA, 2002, p. 1). Dentre as informações de produtos geradas no ciclo de vida estão: listas de requisitos, estruturas de produtos, modelos em CAD (*Computer Aided Design*), planos de processo de fabricação, programas de controle numérico, resultados de manutenções, entre outros (Figura 4).

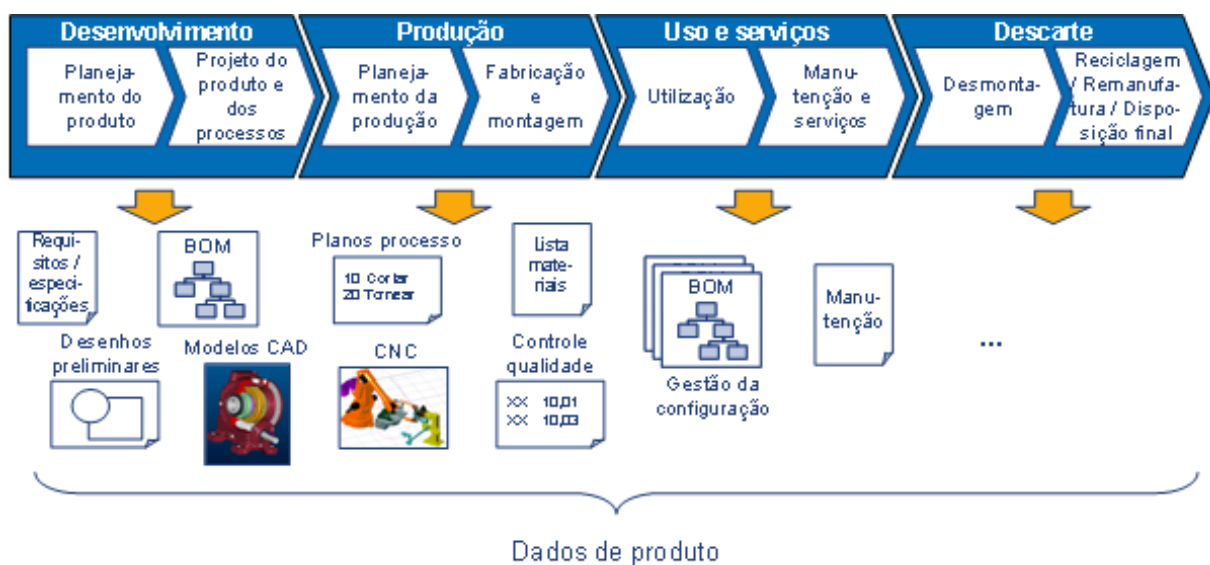


Figura 4. Informações geradas ao longo do ciclo de vida de produtos (adaptado de BOOS; ZANCUL, 2006, p. 785)

Idealmente, tais informações precisam estar atualizadas e disponíveis para acesso ao longo de todo o ciclo de vida. Isso evidencia a necessidade de gestão eficiente das informações do ciclo de vida. Nessa área, o termo PLM vêm sendo utilizado para designar tanto a abordagem como as soluções técnicas de sistemas de informação para a gestão de dados de produtos (MA; FUH, 2008, p. 107).

Dentre as cinco visões principais sobre a gestão do ciclo de vida discutidas anteriormente (marketing, engenharia de desenvolvimento de produtos, gestão ambiental, gestão de custos e gestão de dados de produto), a visão da gestão de dados de produto é a mais ampla em termos de fases do ciclo de vida em seu escopo e em termos de abrangência de atividades. Adotando-se essa visão, é apresentada a seguir uma proposta de definição para gestão do ciclo de vida de produtos.

4. Proposta de definição de gestão do ciclo de vida de produtos

A definição atual de diversos autores para PLM é semelhante, enfatizando a gestão integrada das informações e dos processos relacionados aos produtos no ciclo de vida. A maior parte das definições destaca também que o PLM não é limitado apenas aos sistemas de informação, mas deve ser entendido como uma abordagem ampla de integração e de gestão dos processos, que requer sistemas de informação para a sua implantação. Ou seja, hoje existe praticamente um consenso sobre a nomenclatura, a definição e a abrangência da gestão do ciclo de vida de produtos. Tal consenso pode ser verificado analisando as definições dos principais autores na área.

Uma das definições de PLM mais citadas é a da empresa de pesquisa de mercado e de consultoria CIMData. O CIMData (2002, p. 1) define PLM como uma abordagem estratégica de negócios que aplica um conjunto de soluções para apoiar a criação, a gestão, a disseminação e o uso de informações dos produtos de forma colaborativa na empresa estendida, desde o conceito inicial até o fim do ciclo de vida, integrando pessoas, processos, sistemas e informações. CIMData (2008b) destaca que o PLM não é somente tecnologia, mas deve ser considerado principalmente uma abordagem de negócios para solucionar o problema de gestão das informações de produto.

De forma semelhante, Saaksvuori e Immonen (2004, p.3-4) também definem o PLM como um conceito de gestão. De acordo com esses autores, o PLM é um conceito para a gestão dos processos e para o controle das informações relacionadas aos produtos ao longo de todo o ciclo de vida.

Partindo da definição de PLM como um conceito, Scheer et al. (2006, p.13) enfatizam a aplicação da visão de processos de negócio à gestão do ciclo de vida. De acordo com os autores, o objetivo do PLM é a configuração otimizada dos processos, especialmente do processo de desenvolvimento de produtos, assim como a garantia de disponibilidade das informações do produto ao longo do ciclo de vida.

O papel da TI para viabilizar o PLM é destacado por Arnold et al. (2005, p. 13). Os autores definem PLM como um conceito de integração, baseado em TI, para a organização das informações sobre os produtos e sobre os seus processos, ao longo de todo o ciclo de vida. A importância fundamental da TI no PLM também é enfatizada por Ma e Fuh (2008, p. 107). Segundo esses autores, o PLM é uma abordagem abrangente de gestão de empresas baseada em um sistema de informação integrado, que pode atender aos requisitos de informação de produtos e de processos em um ambiente dinâmico e colaborativo.

Em resumo, as definições de gestão do ciclo de vida citadas anteriormente ressaltam os

seguintes aspectos:

- PLM é uma abordagem de gestão integrada relacionada com os produtos;
 - Suporta os processos de negócio relacionados aos produtos;
 - Apóia a gestão de informações de produtos;
- PLM é aplicado do início ao fim do ciclo de vida de produtos para apoiar a colaboração na empresa estendida;
- PLM requer infra-estrutura de TI para sua implantação efetiva.

Com base nesse resumo, optou-se por formular uma definição de PLM para este trabalho, considerando os principais aspectos do PLM apontados por vários autores. A definição apresentada aqui é portanto uma generalização das definições citadas anteriormente (Figura 5).

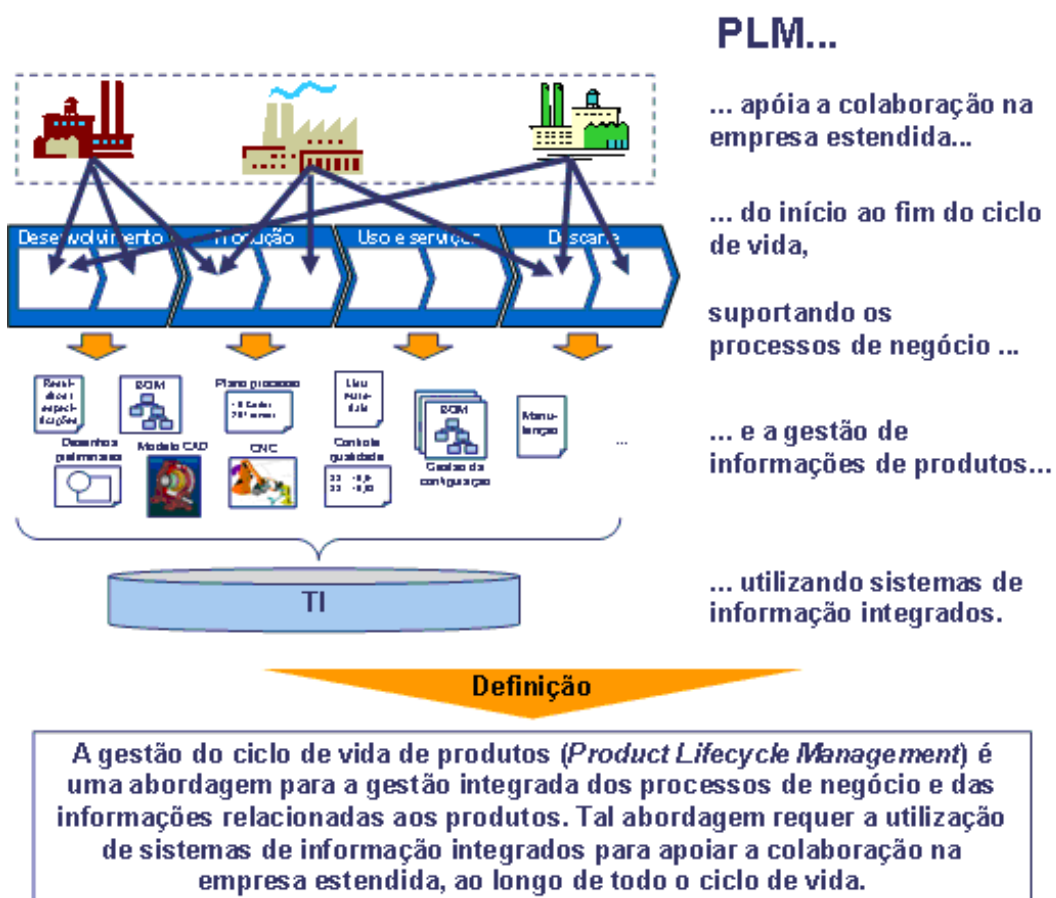


Figura 5. Definição de gestão do ciclo de vida de produtos

A abordagem de PLM inova ao definir o produto como um elemento central que pode ser usado para agregar diversas informações da empresa e da cadeia de suprimentos. Além disso, o PLM define o ciclo de vida completo como a dimensão de tempo mais ampla para a integração dessas informações. As informações atualizadas podem ser acessadas diretamente por todas as pessoas autorizadas, a qualquer momento. Isso possibilita, por exemplo, reduzir o tempo necessário para desenvolver novos produtos com menores custos.

Como explicado, a implantação da abordagem de gestão do ciclo de vida de produtos na prática, nas empresas, está geralmente vinculada à adoção de um conjunto de ferramentas de

TI. Dessa forma, é necessário distinguir a definição da abordagem de PLM da definição de PLM como um sistema de informação.

5. Delimitação entre o PLM como abordagem e como sistema de informação

Conforme discutido no subitem anterior, a maioria dos autores define gestão do ciclo de vida de produtos, ou PLM, como uma abordagem de negócios, que geralmente requer a aplicação de sistemas de informação para a sua implantação. Alguns autores são bastante enfáticos ao defender que PLM é uma abordagem que não pode ser confundida somente com sistemas de informação. Abramovici e Schulte (2004, p. 283), afirmam que PLM não é um sistema de informação, mas um conceito amplo para designar a integração de diversas abordagens de gestão e a integração de vários sistemas de informação na área de engenharia. Essa é a definição de PLM defendida na literatura acadêmica.

Por outro lado, com a consolidação da sigla PLM como referência de integração na engenharia – um objetivo perseguido há muitos anos – passou a ser interessante, do ponto de vista de marketing no mercado de software, vincular sistemas de TI na área de gestão de dados de produto ao PLM. Assim, vários fornecedores de TI passaram a utilizar o termo sistemas PLM para designar a sua oferta de soluções nessa área.

Uma pesquisa realizada no âmbito deste trabalho de doutorado, com fornecedores de sistemas de gestão de dados de produto na Europa, indicou que um terço dos fornecedores utiliza o termo sistema PLM para denominar o seu software na área de gestão de dados de produto (ASSMUS et al., 2006, p. 17). É o caso, por exemplo, da solução da SAP nessa área, chamada de SAP Product Lifecycle Management (SAP, 2008a). Como os fornecedores de software têm grande influência como formadores de opinião para empresas industriais, o termo sistema PLM passou a ser utilizado correntemente na indústria. Ou seja, apesar das restrições da literatura acadêmica, na prática, a sigla PLM passou a ser utilizada para designar também sistemas de informação.

Como PLM é usado para se referir tanto à abordagem como aos sistemas de informação, é importante distinguir quando o termo se refere a cada um desses dois significados. Por exemplo, a implantação do PLM (abordagem) envolve mudanças de processos e a revisão de conceitos utilizados na empresa (como a revisão do sistema de classificação de itens, entre outros). Já a implantação do PLM (solução de TI) enfatiza a instalação de um novo sistema de informação. Isso pode exigir a realização de mudanças nos processos, mas a ênfase maior é em possibilitar a utilização de novos recursos de TI.

A distinção entre os significados de PLM é relevante para que se possa distinguir o conceito de PLM das soluções de TI que apóiam o conceito. Nesse sentido, optou-se por utilizar como base as definições acadêmicas e também considerar os usos observados do termo PLM nos fornecedores de software e na indústria.

Assim, neste trabalho, utiliza-se o termo gestão do ciclo de vida de produtos, ou PLM, para designar a abordagem de gestão integrada dos processos de negócio e dos dados de produto, conforme a definição acadêmica discutida no item anterior (item 4). Os termos sistema PLM e solução PLM, por sua vez, referem-se aos sistemas de informação necessários para viabilizar a adoção da abordagem de gestão do ciclo de vida (Figura 6).

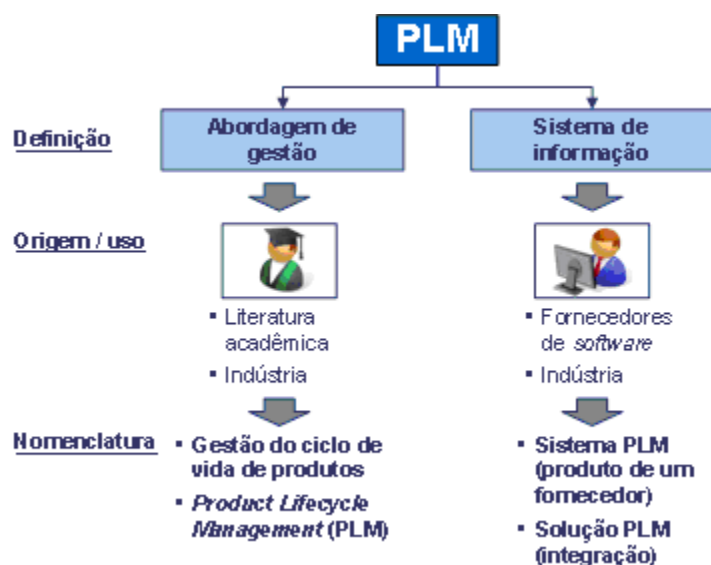


Figura 6. Distinção entre PLM como abordagem e como sistema de informação

Na nomenclatura sugerida, o termo sistema PLM é utilizado para designar um *software* de gestão de dados de produto de um fornecedor específico (sistema monolítico). Por outro lado, o termo solução PLM refere-se à integração de diversas classes de sistemas para compor uma solução completa para apoiar a gestão do ciclo de vida de produtos (Figura 6). A integração de vários sistemas geralmente é necessária para atender aos requisitos de gestão de dados de produto ao longo de todo o ciclo de vida. Em uma integração desse tipo, em regra, o sistema PLM tem um papel central.

Considerando a delimitação entre a abordagem e os sistemas aqui apresentada, no próximo subitem discute-se como o conceito de gestão do ciclo de vida pode contribuir para a competitividade da indústria instalada no Brasil.

6. Importância da gestão do ciclo de vida de produtos para a competitividade da indústria no Brasil

Os setores da indústria caracterizados por produtos técnicos de maior valor agregado já atingiram um importante nível de desenvolvimento no Brasil. O país é o sétimo maior fabricante de automóveis e de veículos comerciais no mundo, com 2,9 milhões de unidades produzidas em 2007 (ANFAVEA, 2008; OICA, 2008). Também é a sede de desenvolvimento de produtos da Embraer, terceira maior empresa fabricante de aviões. Os setores de bens de capital e eletro-eletrônico se destacam pela variedade de produtos com conteúdo nacional, como, por exemplo, máquinas-ferramenta, plantas para a indústria de processos e aparelhos celulares.

A evolução da indústria de maior intensidade tecnológica no Brasil é atualmente limitada pela concorrência internacional. A competição por custos afeta a produção de bens manufaturados no país, que sofre forte concorrência, principalmente por parte de empresas instaladas na Ásia. Os impactos não são restritos à manufatura, uma vez que uma alta escala de produção é geralmente necessária para justificar o investimento em desenvolvimento de produtos. Outros fatores que têm impacto na capacidade de desenvolvimento de produtos estão relacionados à existência de um ambiente favorável para a inovação tecnológica, incluindo a disponibilidade de mão-de-obra qualificada (ARBIX; SALERNO; DE NEGRI, 2005, p. 434). Nesse critério, a concorrência é mais acirrada com os países industrializados da Europa e da América do Norte

e também com alguns países mais desenvolvidos da Ásia.

Por causa da competição, as atividades de desenvolvimento de produtos, importantes para fixar a cadeia produtiva no país e responsáveis por gerar empregos de alta qualificação (SALERNO et al., 2004, p. 70-71), são realizadas ainda de forma limitada no Brasil. No setor de bens de capital, por exemplo, as empresas no Brasil atuam tipicamente no desenvolvimento e fabricação de máquinas padronizadas (e.g. injetoras de plástico) e na engenharia e construção de plantas para a indústria de processos. Por outro lado, as máquinas sofisticadas, focadas em nichos de mercado (e.g. máquinas-ferramenta de alta precisão), são, em geral, importadas. Apenas a adaptação e a montagem final são realizadas no Brasil. As atividades de desenvolvimento de produtos realizadas no Brasil em setores selecionados da indústria estão apresentadas de maneira ilustrativa na Tabela 1.

Setor	Atividades típicas de desenvolvimento de produtos realizadas no Brasil
Automotivo	<ul style="list-style-type: none"> • Tropicalização de autopeças (e.g. sistema de injeção eletrônica) • Tropicalização de plataformas / veículos desenvolvidos no exterior (e.g. VW Polo) • Desenvolvimento local de plataformas e de veículos de baixo custo (VW Fox e Fiat Palio) • Desenvolvimento local de veículos comerciais (VW Caminhões)
Aeroespacial	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento local da arquitetura do produto e coordenação dos projetos de desenvolvimento (Embraer) • Desenvolvimento local de máquinas padronizadas (e.g. injetoras de plástico)
Bens de capital	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptação do projeto (customização) e montagem final de máquinas sofisticadas importadas (e.g. linhas de produção para a indústria de bebidas) • Engenharia e construção de plantas completas para a indústria de processos
Eletr-eletrônico	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricação de componentes padronizados • Desenvolvimento local de produtos simples de categorias específicas (e.g. telefone celular)

Tabela 1 – Atividades típicas de desenvolvimento de produtos no Brasil por setor (ilustrativo)

A concorrência em custos de produção e a limitada capacidade de desenvolvimento de produtos no país resultam em falta de competitividade dos produtos tecnológicos brasileiros. A consequência é um significativo déficit na balança comercial de produtos de intensidade tecnológica considerada alta e média-alta (Figura 7).

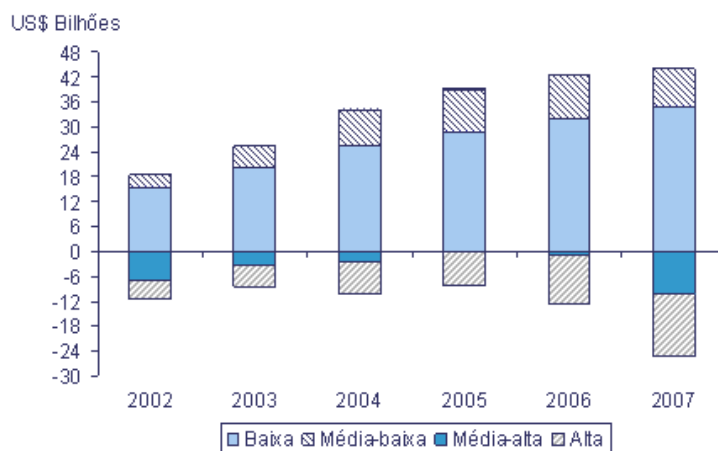


Figura 7. Balança comercial de produtos da indústria de transformação por intensidade tecnológica, em US\$ milhões (IEDI, 2008, p. 22)

O aumento da competitividade da indústria de alta / média-alta tecnologia instalada no Brasil depende tanto de iniciativas setoriais amplas como de iniciativas específicas de melhoria do

desempenho das empresas. Este trabalho trata das iniciativas que podem ser executadas pelas próprias empresas para melhorar a sua competitividade. Nesse nível, um tema central é a capacidade das empresas em lidar com a crescente complexidade dos produtos e de todo o processo produtivo (GOTTFREDSON; ASPINALL, 2005; SCHUH, 2005; SUH, 2005).

Em relação aos produtos de alta / média-alta tecnologia, observa-se nos últimos anos a tendência de aumento da variedade de produtos oferecidos no mercado (GOTTFREDSON; ASPINALL, 2005, p. 63). Simultaneamente, as empresas reduzem o tempo médio de vida dos produtos. Isso faz com que o tempo disponível para lançar novos produtos também seja menor (FILIPPINI; SALMASO; TESSAROLO, 2004, p. 200-201). Com o avanço da mecatrônica, os produtos adquirem novas funções que integram os componentes mecânicos, eletrônicos e de software. Alguns exemplos dessa tendência no setor automotivo são os sistemas de freios ABS (Antilock Braking System) e de suspensão ativa (ISERMANN, 2008, p. 16).

As tendências de mercado e de produto têm implicações nos processos de negócio das empresas. Com o aumento da sofisticação dos produtos, diversas disciplinas (mecânica, eletrônica, software, entre outras especialidades) precisam trabalhar conjuntamente de maneira efetiva (ISERMANN, 2008, p. 17). As competências necessárias estão distribuídas entre várias empresas, seguindo uma tendência de maior especialização e de foco em atividades-chave, exigindo maior integração entre parceiros na cadeia de valor. Há também maior necessidade de padronização de informações e de integração entre os sistemas de tecnologia da informação (TI), uma vez que as atividades de desenvolvimento de produtos e de planejamento da produção são, cada vez mais, realizadas com auxílio de softwares e da simulação (KRASSEL; MERKT, 2004, p. 8-9). Além da padronização das informações, os processos também precisam ser adaptados para atender aos procedimentos e controles exigidos pelas normas internacionais.

Uma das principais conseqüências das tendências citadas anteriormente é o aumento da complexidade dos produtos e dos processos para o seu desenvolvimento e produção (Figura 8).

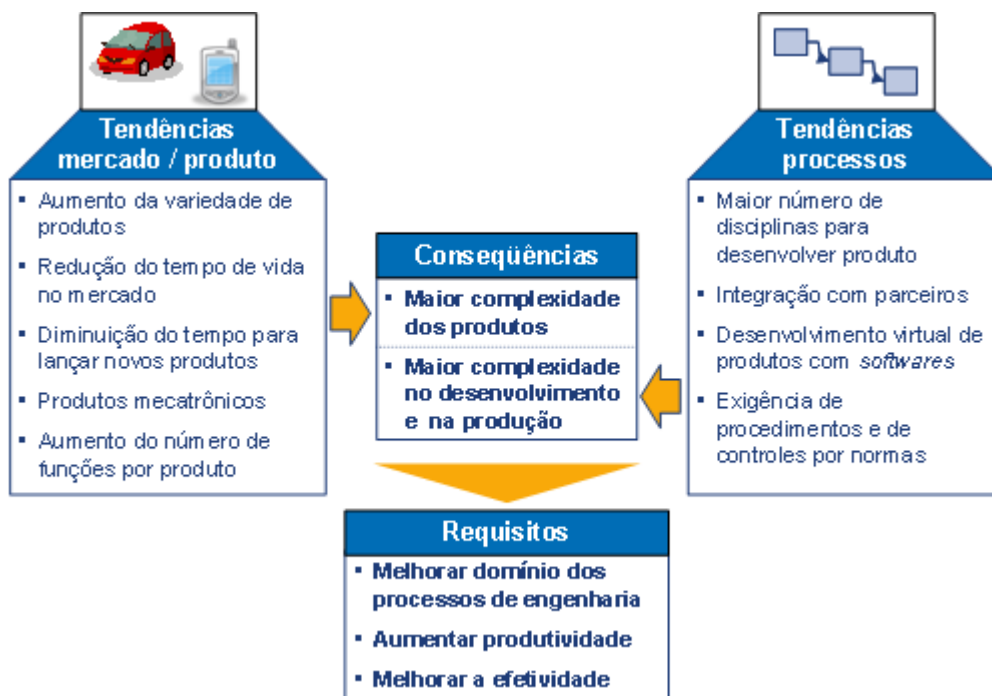


Figura 8. Tendências de evolução na indústria e impactos nas empresas

O aumento da complexidade dificulta a gestão dos processos. O número de atividades e de interações é maior. As próprias atividades tornaram-se mais difíceis de serem executadas. As pessoas envolvidas nas atividades estão dispersas geograficamente. Isso exige que as empresas implementem mecanismos que resultem em maior domínio dos processos de engenharia (Figura 8).

Ao lado da capacitação para a gestão dos processos é necessário melhorar o desempenho dos processos de negócio, pois o desenvolvimento de um novo produto demanda, hoje, mais esforço do que no passado. O risco de não atingir os volumes de vendas planejados também são maiores, devido à grande variedade de opções disponíveis no mercado. A combinação de investimentos elevados em inovação com os riscos altos resultam na necessidade de maior produtividade e efetividade da engenharia (Figura 8).

Nesse contexto, a abordagem integrada da gestão do ciclo de vida de produtos pode contribuir significativamente para aumentar a competitividade da indústria instalada no Brasil. O objetivo do PLM é a configuração otimizada dos processos, especialmente do processo de desenvolvimento de produtos, assim como a gestão de todas as informações do produto ao longo do ciclo de vida. As informações atualizadas podem ser acessadas diretamente por todas as pessoas autorizadas, a qualquer momento. Isso possibilita, por exemplo, reduzir o tempo necessário para desenvolver novos produtos com menores custos (SAAKSVUORI; IMMONEN, 2004; ARNOLD et al., 2005; SCHEER et al., 2006; ABRAMOVICI, 2007; FELDHUSEN; GEBHARDT, 2008).

Devido aos seus benefícios em potencial, o PLM tem atraído muita atenção, tanto na área acadêmica como na indústria. O número de publicações acadêmicas sobre PLM cresceu bastante nos últimos anos. No Brasil, empresas como Embraer, Weg e Fiat têm projetos em andamento para implementar a gestão do ciclo de vida de produtos.

7. Conclusões

Este trabalho apresenta e discute as diversas visões existentes para a gestão do ciclo de vida de produtos. O resultado dessa discussão, baseada em extensa revisão bibliográfica, é a delimitação entre as visões existentes. Tal delimitação contribui para que o termo gestão do ciclo de vida de produtos possa ser bem interpretado e aplicado em cada um de seus domínios.

Outra contribuição relevante deste artigo é a proposta de definição para a gestão do ciclo de vida de produtos com base na visão de gestão de dados. A definição apresentada considera os principais aspectos do PLM apontados por vários autores.

Por fim, o artigo apresenta uma ampla discussão sobre a importância da gestão do ciclo de vida de produtos para a competitividade da indústria no Brasil. Essa discussão é útil para apoiar as empresas que estão discutindo a adoção da gestão do ciclo de vida de produtos.

Referências

ABRAMOVICI, M. Future Trends in Product Lifecycle Management (PLM). Proceedings of the 17th CIRP Design Conference, Springer, Berlin, Germany, 2007.

ABRAMOVICI, M.; SCHLUTE, S. PLM - logische Fortsetzung der PDM-Ansätze oder Neuaufgabe des CIM-Debakels? In: VDI-Berichte Nr. 1819. VDI, 2004. 275-296.

ALTING, L. Life Cycle Engineering and Design. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 44, 2, 569-580,

1995.

ANFAVEA. Autoveículos - Produção em 2007. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas2007.html>. Acesso em: 20/07/2008

ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; DE NEGRI, J. A. The impact of internationalization with a focus on technological innovation and brazilian companies' exports. *Dados*, 48, 395-442 p., 2005.

ARNOLD, V.; DETTMERING, H.; ENGEL, T.; KARCHER, A. Product Lifecycle Management beherrschen: ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand. Berlin: Springer, 2005. 306 p.

ASIEDU, Y.; GU, P. Product life cycle cost analysis: state of the art review. *International Journal of Production Research*, Apr, 36, 4, 883-908, 1998.

ASSMUS, D.; MEIER, J.; TREUTLEIN, P.; ZANCUL, E. S. Marktspiegel Business Software – PLM / PDM 2006/2007. Aachen: WZL Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen / Trovarit AG, 2006. 154 p.

BAYUS, B. L. Are Product Life-Cycles Really Getting Shorter? *Journal of Product Innovation Management*, Sep, 11, 4, 300-308, 1994.

CIMDATA. Product Lifecycle Management: Empowering the Future of Business. Ann Arbor: CIMData, 2002.

CIMDATA. Product Lifecycle Management (PLM) Definition. Disponível em: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html>. Acesso em: 14/09/2008

FELDHUSEN, J.; GEBHARDT, B.; NURCAHYA, E.; MACKE, N. A knowledge-based engineering design process within Product Lifecycle Management- a Vision. In: Fifth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering. 2004, Lausanne. Anais, Millpress, 2004, 1109-1110 p.

FILIPPINI, R.; SALMASO, L.; TESSAROLO, P. Product Development Time Performance: Investigating the Effect of Interactions between Drivers. *Journal of Product Innovation Management*, 21, 3, 199-214 p., 2004.

GOLDER, P. N.; TELLIS, G. J. Growing, growing, gone: Cascades, diffusion, and turning points in the product life cycle. *Marketing Science*, Spr, 23, 2, 207-218, 2004.

GOTTFREDSON, M.; ASPINALL, K. Innovation versus complexity: What is too much of a good thing? *Harvard Business Review*, Nov, 83, 11, 62-71, 2005.

IEDI. O Comércio Exterior em 2007. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2008.

ISERMANN, R. Mechatronic systems - Innovative products with embedded control. *Control Engineering Practice*, Jan, 16, 1, 14-29, 2008.

KRASTEL, M.; MERKT, W. Integration der Simulation und Berechnung in eine PLM-Umgebung – die Arbeitsgruppe SimPDM. *ProduktDatenJournal*, 2, 8-9 p., 2004.

MA, Y. S.; FUH, J. Y. H. Product lifecycle modelling, analysis and management. *Computers in Industry*, Mar, 59, 2-3, 107-109, 2008.

OICA. 2007 Production Statistics. Disponível em: <http://oica.net/category/production-statistics/>. Acesso em: 20/07/2008

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T.; SCHMIDT, W. P.; SUH, S.; WEIDEMA, B. P.; PENNINGTON, D. W. Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, Jul, 30, 5, 701-720, 2004.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; DE TOLEDO, J. C.; DA SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. Gestão de desenvolvimento de produtos uma referência para a melhoria do processo. Saraiva, 2006.

SAAKSVUORI, A.; IMMONEN, A. Product lifecycle management. Berlin: Springer, 2004. 222 p.

SALERNO, M. S.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M.; DIAS, A. N. C. Política industrial em setores dominados por transnacionais: o Brasil como sede de concepção e projeto de produto. *Política industrial*, 2, 67-91 p., 2004.

SAP. Solution Composer: Quick Guide. Disponível em: http://www.sap.com/solutions/businessmaps/pdf/Misc_Composer_Quick_Guide_12_2005.pdf. Acesso em: 31/12/2008

SCHEER, A.-W.; BOCZANSKI, M.; MUTH, M.; SCHMITZ, W.-G.; SEGELBACHER, U.

Prozessorientiertes Product Lifecycle Management. Berlin: Springer, 2006. 260 p.

SCHUH, G. Produktkomplexität managen. Hanser, 2005.

SUH, N. P. Complexity in engineering. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 54, 2, 581-598, 2005.

WANYAMA, W.; ERTAS, A.; ZHANG, H. C.; EKWARO-OSIRE, S. Life-cycle engineering: issues, tools and research. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Jun-Aug, 16, 4-5, 307-316, 2003.

WESTKAMPER, E.; ALTING, L.; ARNDT, G. Life cycle management and assessment: Approaches and visions towards sustainable manufacturing. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 49, 2, 501-522, 2000.