

## **FLUXO DA INFORMAÇÃO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: GERENCIANDO UM PROJETO DE CRIAÇÃO DE VALOR.**

*Marcio Cardoso Machado*  
(EPUSP) [marcio.cardoso@poli.usp.br](mailto:marcio.cardoso@poli.usp.br)

*Sergio Gozzi*  
(FEA-USP) [sergiog@usp.br](mailto:sergiog@usp.br)

*Nilton Nunes Toledo*  
(EPUSP) [tolenil@usp.br](mailto:tolenil@usp.br)

### **ABSTRACT**

*The more companies obtain cost, programming and quality improvements, emanating from the implementation of lean principles in their manufacturing systems, the more one observes the necessity of also making improvements to the upstream and downstream (operation) of this system. The product development process located upstream can benefit from the principles, which till now, have contributed to the performance improvement of manufacturing systems. Based on this premise, this paper will propose a methodology based on project management for the implementation of lean principles in the product development process (PDP), in order to better enable the flow of information as and when PDP value is created. To reach this objective, exploratory bibliographic research was carried out, to obtain information about papers which have already been developed on this subject matter and also an examination of the development practices of existing products, in order to establish the alignment of these practices with the models existing in the bibliography. The results that are presented in this paper are partial and exclusively refer to studies carried out in two companies in the Brazilian aeronautical sector.*

**Palavras-chave:** *Princípios Enxutos; Desenvolvimento de Produtos; Criação de Valor.*

## 1. Introdução

Os princípios enxutos, que ao longo da última década têm mostrado resultados de melhoria nos sistemas de manufatura, passam a ser objeto de estudos nas mais diferentes áreas. A sua aplicação no desenvolvimento de novos produtos tem sido foco de pesquisas, tais como: Morgan (2002) e Slack (1998). Os princípios enxutos são: valor, fluxo do valor, fluxo, sistema puxado e perfeição (Womack & Jones, 2003).

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, porém nota-se a ausência de um método que de forma planejada e controlada, conduza o processo de desenvolvimento de produtos a um estado considerado enxuto.

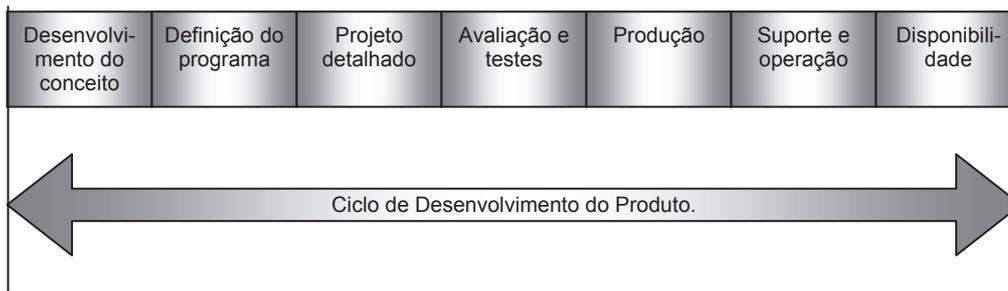
Este trabalho pretende, a partir dos dados colhidos de uma revisão da literatura, entender como os princípios e práticas enxutas se relacionam com o processo de desenvolvimento de produtos e analisar e comparar estes dados com a prática industrial. E, a partir desta análise e comparação, propor uma metodologia que possa auxiliar na utilização deste princípio no processo de desenvolvimento de produtos.

## 2. Revisão Teórica

### 2.1 O processo de desenvolvimento de produtos

O desenvolvimento de produto corresponde a uma série de atividades organizadas com o objetivo de transformar um conceito de produto em um produto acabado tangível. O desenvolvimento do produto começa com a percepção de uma oportunidade de mercado e termina com a produção, venda e entrega de um produto (Ulrich & Eppinger: 2000). Atividades de projeto do produto, projeto do processo e projeto do sistema de manufatura são essenciais no desenvolvimento do produto (Kim: 2001). Estas três atividades essenciais afetam de forma significativa o sucesso de um novo projeto de desenvolvimento do produto, o qual eventualmente molda a prosperidade de uma empresa de manufatura. Dentre as atividades essenciais, o projeto do produto tem sido reconhecido como a que deve acontecer primeiro, seguida pela atividade de projeto do processo e finalmente pela atividade de projeto do sistema de manufatura. Esta é, portanto, a seqüência natural da realização de um conceito de produto em um produto acabado.

Porém, segundo Ulrich & Eppinger (2000), o processo de desenvolvimento de produto depende não somente do produto que será realizado, mas também da organização para este fim. Embora os processos de desenvolvimento tenham características que os tornem particulares e os identifiquem dentre outros esforços de desenvolvimento, as fases de qualquer processo de desenvolvimento podem ser categorizadas em uma seqüência genérica de forma a serem aplicadas nos mais diversos sistemas e organizações. Segundo Stanke (2001), as fases do ciclo de desenvolvimento do produto podem ser identificadas na figura 1.



**Figura 1** – Fases do ciclo de desenvolvimento do produto (Stanke, 2001).

Estas sete fases do ciclo de vida são, de forma simplificada, seqüenciais e, portanto, seguem uma ordem que começa com desenvolvimento do conceito e termina com a disponibilidade do produto para o mercado. Porém, como veremos no decorrer da tese, isto não exclui a possibilidade de simultaneidade entre as fases. Como exemplo, as fases podem se sobrepor de tal forma que uma fase comece antes que a fase anterior tenha sido completamente terminada. Destas fases, várias pertencem especificamente ao processo de desenvolvimento do produto. Uma lista descritiva de alguns elementos representativos de cada fase é apresentada:

- *Desenvolvimento do conceito* – arquitetura de sistema, projeto avançado, pesquisa de mercado, identificação das necessidades dos usuários, desenvolvimento de tecnologia, estudos de viabilidade, protótipos experimentais (também chamados de pré-protótipos por Toledo (1994));
- *Definição do programa* – análise econômica, identificação do usuário final e/ou cliente, seleção de fornecedor, análise de decisão entre fabricar ou comprar, identificação dos principais marcos no processo, alocação de recursos;
- *Projeto detalhado* – especificação do sistema, seleção de material, identificação de tolerâncias, definição do processo de produção, projeto de ferramenta, teste de produção;
- *Avaliação e testes* – teste de confiabilidade, vida e performance, aprovação por organismos reguladores;
- *Produção* – operação do sistema de produção, aquisição dos componentes/materiais;
- *Suporte e operação* – operação de campo, suporte (em serviço), sistemas de atualização;
- *Disponibilidade* – considerações do fim da vida incluindo a venda.

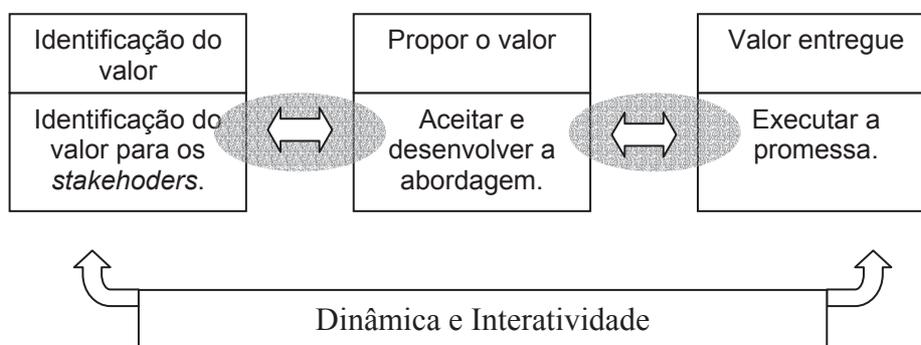
Destas sete fases do ciclo de vida, as quatro primeiras – Desenvolvimento do Conceito, Definição de Programa, Projeto Detalhado, e Avaliação e Testes – consistem no processo de desenvolvimento do produto. Em muitos casos, o desenvolvimento do produto envolverá múltiplos interessados – *stakeholders* – em cada fase do desenvolvimento. À medida que a complexidade do sistema aumenta, mais *stakeholders* acabam se envolvendo, e o esforço para gerenciar a organização aumenta (Stanke, 2001). Esse esforço para o gerenciamento das diferentes necessidades dos interessados e do respectivo valor que cada um destes envolvidos percebe na realização do produto implica na utilização de uma abordagem que mantenha ou aumente o desempenho do sistema de desenvolvimento do produto e ao mesmo tempo crie valor de forma consistente para todos os envolvidos. Pesquisas neste sentido têm sido realizadas por vários teóricos (Chase, 2001; McManus & Millard, 2002; Stanke, 2001; Slack: 1998; Bauch, 2004).

## 2.2 O modelo de três fases para criação de valor

Tornar-se enxuto, como tradicionalmente se define, é importante, mas isto é apenas uma parte da história. O mais importante é utilizar os conceitos e abordagens enxutas para criar valor para todos os *stakeholders* e para todos os objetivos da empresa (Murman *at. al.*, 2002).

Entender a “criação de valor” não é difícil, porém determinar as ações específicas para criar valor pode ser uma tarefa difícil, principalmente em um ambiente de constante mudança. Grande parte das ações que têm por objetivo a criação de valor está definida como eliminação de desperdícios e está voltada para as operações de manufatura. Muitas abordagens e métodos suportam esta eliminação sistemática de desperdícios e podem ser apreciados como importantes mecanismos para a criação de valor. Porém, utilização de ferramentas, por exemplo, de mapeamento do fluxo de valor está mais voltada para a entrega do valor do que propriamente para a identificação do valor. A proposta do *Lean Aerospace Initiative* – LAI é que a identificação, proposição e entrega de valor devam ser feitas de forma estruturada. Para tanto, um modelo teórico para criação do ciclo do valor foi desenvolvido, baseando-se em modelos existentes e estudos de casos (Stanke, 2001) e (Murman *at. al.*, 2002). Este modelo consiste em um processo iterativo e seqüencial: identificação do valor, proposição de valor, e valor entregue. Uma ilustração deste modelo está representada figura 2.

Pesquisas do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT para determinar o significado do termo “valor do ciclo de desenvolvimento” utilizaram este modelo para examinar o que se havia descoberto, e com isto foi possível verificar um excelente alinhamento do modelo de três fases com a criação de valor (Murman *at. al.*, 2002). O valor do ciclo de desenvolvimento de um produto antecipa o valor do ciclo de vida de um programa inteiro, não só em termos de baixo custo para desenvolver ou construir o produto. Inclui também custos de operação e suporte, custos de renovação de plataforma, assim como outros fatores.



**Figura 2** – Modelo para criação ciclo do valor (Murman, 2002).

Estes três processos da figura 2 interagem entre si e com o mundo dinâmico no qual estão inseridos. A comparação deste modelo com modelos existentes de gerenciamento de valor, fases de ciclo de vida e arquitetura de sistemas deu suporte à evolução do modelo de criação de ciclo do valor e resultou em um entendimento mais refinado de criação de valor (Stanke, 2001). Cada abordagem existente oferece uma contribuição única para o conceito de ciclo do valor. Individualmente, estas abordagens têm limitações. Porém, através da criação de um novo foco para em ciclo do valor, as várias perspectivas combinadas superam suas limitações. Especialmente, nos seguintes pontos: a definição de valor não fica limitada à relação entre utilidade e custo; as considerações sobre ciclo de vida não ficam limitadas às operações; e os custos determinados por confiabilidade, uma abordagem holística de desenvolvimento do sistema, não ficam limitados somente ao sistema, mas também à empresa envolvida no desenvolvimento.

## 2.3 Gerenciamento de Projetos

Segundo Morgan (2002), um dos maiores desafios no processo de desenvolvimento de produtos é gerenciar e coordenar a complexidade deste processo. Ou seja, dezenas, centenas ou milhares de tarefas tecnicamente interdependentes devem ser executadas por dezenas ou centenas de pessoas as quais compõem organizações multifuncionais e são utilizados recursos compartilhados, resultando em um produto único.

O gerenciamento de projetos é uma abordagem relativamente moderna e se caracteriza por novos métodos de reestruturação da forma de gerenciar e da adaptação de técnicas especiais de gerenciamento, com o propósito de obter melhor controle e uso dos recursos disponíveis (Kerzner, 1998). A fim de entender o gerenciamento de projetos é necessário definir o que é projeto.

### 2.3.1 O Projeto

Segundo o PMI (2001), as organizações executam trabalho. Este trabalho envolve serviços continuados e/ou projetos, embora possa haver superposição entre os dois. Serviços continuados e projetos possuem muitas características comuns; por exemplo, ambos são:

- Executados por pessoas;
- Restringidos por recursos limitados; e
- Planejados, executados e controlados.

Para Kerzner (1998), um projeto pode ser considerado em termos de uma série de atividades e tarefas que:

- Têm um objetivo específico e devem ser completada dentro de certas especificações;
- Têm datas definidas de início e término;
- Têm investimentos limitados (se aplicável); e
- Consomem recursos (ex.: dinheiro, pessoas e equipamentos).

Serviços continuados e projetos diferem principalmente, porque enquanto os primeiros são contínuos e repetitivos, os projetos são temporários e únicos. Assim, um projeto pode ser definido em termos de suas características distintas – um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único. Temporário significa que cada projeto tem um começo e um fim bem definidos. Único significa que o produto ou serviço produzido é de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes.

### 2.3.2 As Funções de Gerenciamento

Segundo Kerzner (1998), o aspecto que dificulta o gerenciamento de projetos diz respeito aos indivíduos pertencentes à interface projeto-função que necessitam, normalmente, se reportarem a dois chefes. Gerentes funcionais e gerentes de projetos, em virtude de seus diferentes níveis de autoridade, tratam seus subordinados de diferentes formas, dependendo da filosofia de sua “escola de gerenciamento”. Existem normalmente cinco escolas de gerenciamento:

- A escola clássica / tradicional – onde a ênfase é colocada no objetivo-fim, com pouca preocupação com as pessoas;
- A escola empírica – onde o aprendizado se dá pela experiência prática;
- A escola comportamental – onde o gerenciamento é considerado como sendo um sistema de relações culturais;

- A escola da teoria das decisões – onde o gerenciamento é visto como uma abordagem racional para tomadas de decisão, utilizando um sistema de modelos e processos matemáticos (ex.: pesquisa operacional); e
- A escola de sistemas – onde o gerenciamento se dá através do desenvolvimento de modelos de sistemas, caracterizado por entradas, processamento e saídas, e da identificação direta do fluxo de recursos (dinheiro, equipamentos, instalações, pessoal, informação e materiais) necessários para alcançar determinado objetivo.

Gerentes modernos ainda tendem a identificar as habilidades e responsabilidades de gerenciamento em termos de princípios e funções desenvolvidas nas primeiras escolas de gerenciamento, que são:

- Planejamento
- Organização
- Direção
- Coordenação
- Controle

Apesar de estas funções gerenciais terem sido amplamente aplicadas em estruturas gerenciais tradicionais, elas tiveram de ser redefinidas para posições gerenciais que são temporárias. O significado fundamental de cada uma destas funções continua o mesmo, porém suas aplicações se modificaram para atender às necessidades específicas do gerenciamento de projetos (Kenzner, 1998).

### 2.3.3 Gerenciamento de Projeto no Processo de Desenvolvimento de Produtos

Com o objetivo de desenvolver esta tese, a abordagem de gerenciamento de projeto dará suporte à construção da metodologia proposta. Este suporte está relacionado com os processos que nortearão a construção da metodologia. Porém, para compreender o gerenciamento de projetos no contexto de desenvolvimento de produtos é preciso fazer algumas considerações mais amplas sobre o gerenciamento de projetos. Quando observamos as atividades de empresas públicas e privadas, notamos que estas atividades se compõem, basicamente, de operações e projetos, que podem ser executados de forma independente e que, muitas vezes, podem sobrepor-se. Tanto as operações quanto os projetos necessitam de recursos de diferentes tipos, como por exemplo: humanos, materiais e financeiros. Por serem normalmente limitados, estes recursos necessitam de atividades gerenciais no que tange ao planejamento, execução e controle. De uma forma geral, a principal diferença entre as operações e os projetos é que as operações são processos contínuos e repetitivos, enquanto os projetos são temporários, únicos e frequentemente complexos. Como já explicitado anteriormente, um dos maiores desafios em desenvolvimento de produtos é gerenciar e coordenar este complexo processo.

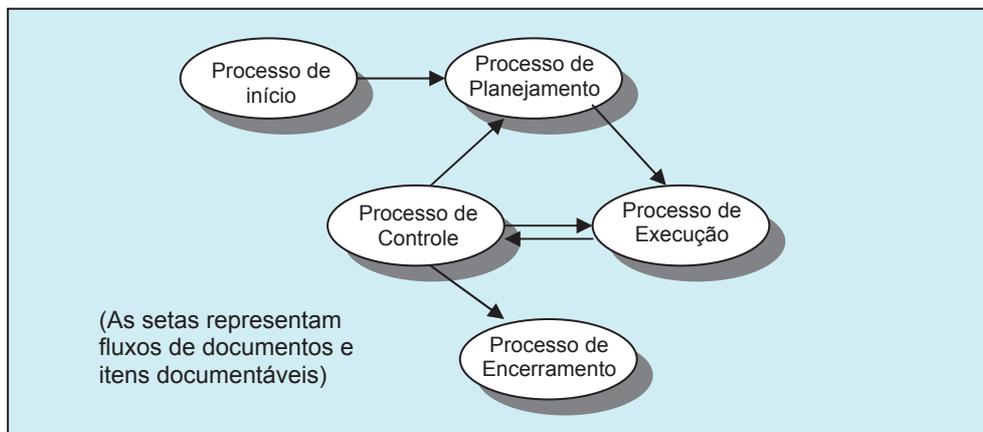
São alguns exemplos de projetos:

- A implantação de um sistema de informação gerencial;
- A construção de uma hidrelétrica;
- A realização da mudança de uma empresa de uma cidade para outra; ou
- O desenvolvimento de um novo produto ou serviço.

Os processos de gerenciamento dizem respeito à descrição e à organização do trabalho do projeto.

Segundo Romano (2003), em linhas gerais, o modelo de gerenciamento de projetos é organizado em cinco grupos de processos. Os vetores representam o fluxo do processo, onde podemos entender também o fluxo das informações. Os grupos de processos indicados na figura 3 são conectados pelas saídas de seus processos, isto é, os resultados de um tornam-se entradas de outros. As atividades dos grupos de processos de gerenciamento vão se

sobrepondo ao longo da realização do projeto, fazendo com que as trocas de informações ocorram em todas as fases do projeto, caracterizando a natureza integrada do gerenciamento de projetos. Os processos de gerência de projetos, que são aplicáveis à maioria dos projetos, estão representados na figura 3.

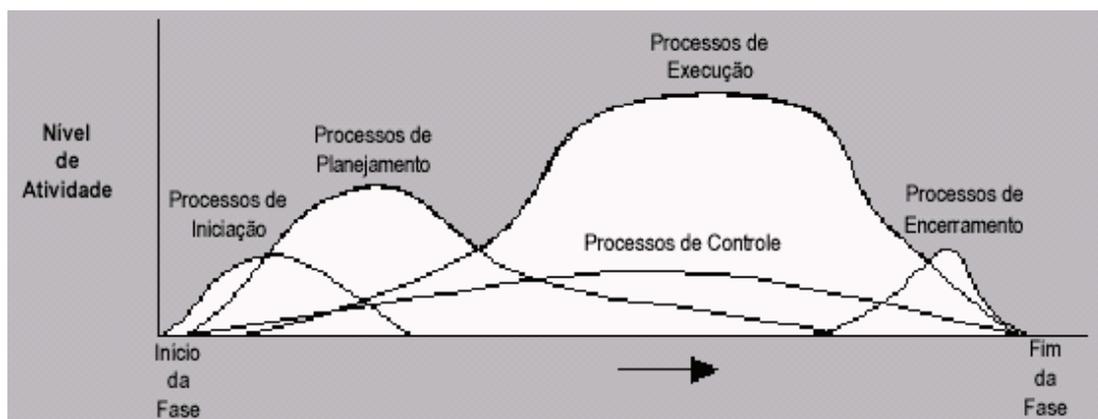


**Figura 3** – Ligações entre os grupos de processos. (PMI, 2001)

Os processos de gerência de projetos podem ser organizados em cinco grupos, cada um deles contendo um ou mais processos:

- Processos de iniciação – reconhecer que um projeto ou fase deve começar e se comprometer para executá-lo(a). Em geral, um projeto não é formalmente iniciado até que um estudo sobre sua viabilidade seja realizado.
- Processos de planejamento – planejar e manter um esquema de trabalho viável para se atingir aqueles objetivos de negócios que determinaram a existência do projeto. O resultado deste processo é, normalmente, um plano formal, colocado em forma de documento escrito.
- Processos de execução – coordenar pessoas e demais recursos para realizar o plano. Em outras palavras é o processo de execução que estabelece a dinâmica do projeto.
- Processos de controle – assegurar que os objetivos do projeto estão sendo atingidos, através da monitoração e da avaliação do seu progresso, tomando ações corretivas quando necessárias.
- Processos de encerramento ou conclusão – Formalizar a aceitação do projeto ou fase e encerrá-lo(a) de uma forma organizada.

Conforme citado anteriormente, os grupos de processos se inter-relacionam através de suas entradas e saídas. As saídas (resultados) de um processo serão as entradas (insumos) para o processo seguinte. Mesmo que esta representação induza ao entendimento de que os processos devam ocorrer de forma sequencial, muitas sobreposições de atividades podem ocorrer ao longo do projeto. A figura 4 oferece esta representação.



**Figura 4** – Sobreposição dos grupos de processos (PMI, 2001).

Portanto, a abordagem de gerenciamento de projetos torna-se útil a esta pesquisa, na medida que oferece uma estrutura gerencial para implementação da metodologia proposta. Entendendo que o processo de implementação dos princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos deve ser uma intervenção com início e término definidos, a estrutura da abordagem de gerenciamento de projetos, através de seus grupos de processos, será utilizada para nortear o projeto de implementação.

## 2.4 O Papel da Informação no Desenvolvimento de Produtos

Para entender o fluxo no contexto de desenvolvimento de produto, é necessário confrontar com o fluxo do produto na manufatura. No ambiente de manufatura podemos igualar o fluxo do produto ao fluxo de material. No processo de desenvolvimento de produto, além do fluxo de materiais (modelos, protótipos, etc.) o produto que fluirá será, na maioria dos casos, a informação. Se aceitarmos que o produto básico no processo de desenvolvimento de produtos é a informação, então será apropriado considerar os tipos de informação que existem nestes processos. A informação no processo de desenvolvimento de produto pode ser categorizada em diferentes áreas, baseado no seu propósito. Slack (1998) propôs quatro categorias de informação: sobre o produto, informação acerca do projeto, informação do processo e informação sobre o negócio.

- *Informação sobre o produto* – É a informação diretamente relacionada ao produto que será realizado depois de completado o processo de desenvolvimento do produto. Informação sobre o produto inclui: transformação dos requisitos do cliente em requisitos de componentes do produto e, transformação de requisitos dos componentes em parâmetros de projeto. Estas são as informações necessárias para criar um produto físico e para gerenciar os esforços técnicos associados com o produto.
- *Informação de projeto* – É a informação diretamente relacionada ao projeto ou programa. Informação de projeto inclui: informação de planejamento de recursos, informação de gerenciamento de custo e informação de gerenciamento de programação.
- *Informação sobre os processos* – É a informação que define como o processo de desenvolvimento de produto deve ser executado. A informação sobre os processos dá aos funcionários a direção para o acompanhamento de suas tarefas.
- *Informação de negócios* – É a informação relacionada aos processos de marketing, vendas e finanças.

Informação é o produto que flui ou o objeto de trabalho que deverá fluir de forma ininterrupta no processo de desenvolvimento de produto. Na implementação de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos, todos os quatro tipos de informação estarão presentes no fluxo de valor.

Para Bauch (2004), assim como materiais, existem algumas propriedades fundamentais que caracterizam a informação e simultaneamente determinam algumas vantagens a partir de sua correta utilização. Isto inclui os seguintes aspectos:

- A informação é um bem intangível;
- A informação só útil se o destinatário necessita desta informação para realização de suas atividades;
- A informação não é um bem gratuito; portanto, ela pode estar associada a determinado preço;
- O valor da informação está associado com um contexto e momento particular;
- O valor da informação pode alterar-se através da adição, seleção, omissão e/ou concretização; portanto, a informação é aberta e condensável;
- Existem diferentes atributos de qualidade de informação, tais como: precisão, compleição, momento e confiabilidade;
- A informação pode ser transportada com a velocidade da luz, mesmo que o objeto com o qual ela esteja relacionada não o possa;
- O comprador de informações apenas obtém cópias no papel das mesmas, porém o direito exclusivo de utilização ou, em particular, de propriedade é muito difícil de ser obtido;
- A informação é transferida através de “códigos”; desta forma, para compreendê-la é necessário que exista um veículo comum de troca;
- A obsolescência da informação não é causada pelo uso e sim pelo uso intempestivo; e
- Frequentemente a informação é arbitrariamente dividida.

#### 2.4.1 Os Sete Desperdícios de Informação

Existem alguns motivos pelos quais a informação acaba sendo desperdiçada ou mal utilizada. Estes motivos foram classificados em sete categorias de desperdícios. (McManus 2003)

- *Superprodução*: a criação de dados e informações desnecessários, a disseminação indiscriminada da informação, informações que não são puxadas e sim empurradas ao longo do processo;
- *Inventário* – perda de controle, muita informação, retorno complicado, informação obsoleta ou desatualizada;
- *Transporte* – incompatibilidade com canal, falhas de comunicação, questões de segurança;
- *Movimentos Desnecessários* – Falta de acesso direto, reformatações;
- *Espera* – Envio tardio de informações, informações enviadas muito cedo (conduzem a retrabalho);
- *Defeitos de Produto* – Falta de revisões, testes ou verificações;
- *Processamento* – produção desnecessária, formatação excessivamente “customizada”, muitas interações.

## 2.4.2 Exemplos de *Muda*<sup>1</sup> no Desenvolvimento de Produto

Por decorrência dos sete desperdícios da informação. Diferentes tipos de *muda* podem ser identificados no ambiente de desenvolvimento de produtos. Para tanto, Slack (1998) utilizou como referência a descrição de mudas proposta por Womack & Jones (2003) para a manufatura. Na relação que segue, os exemplos de *muda* em desenvolvimento de produto estarão sempre após descrição do *muda* correspondente na manufatura.

- *Muda* de tempo de espera.

*Muda* de tempo de espera é a diferença entre o tempo total de processamento e o tempo exigido para atividades que criam valor. O fluxo de valor pode ser considerado não-fluxo durante este período. Em um centro de manufatura o *set-up* pode ser considerado um exemplo deste tipo de desperdício.

- Exemplos de *Muda* de tempo de espera no Desenvolvimento de Produto

Este tipo de *muda* ocorre claramente tanto no ambiente de desenvolvimento de produto quanto na manufatura. Um exemplo pode ser: Recolher uma informação exatamente como esta é gerada e ter que reformatá-la de acordo com o padrão de alguém, é uma atividade sem valor, e pode ser classificada como *muda* de tempo de espera.

- *Muda* de transporte

*Muda* de transporte está associado com o tempo que o produto permanece na condição de transportado. O tempo de transporte é o tempo onde não ocorre transformação física. O transporte é o tempo sobre o qual não se agrega valor ao produto. Um outro exemplo de muda de transporte é o número de vezes em que o produto é retirado e deixado em algum lugar.

- Exemplos de *Muda* de transporte no Desenvolvimento de Produto

Este tipo de muda ocorre no ambiente de desenvolvimento de produto de forma clara assim como no ambiente de manufatura. Apesar de serem evidentes as reduções de muda no transporte, com o uso amplo de aparelhos de fax, correio eletrônico, redes de computadores, ainda restam algumas fontes de *Muda* de transporte em desenvolvimento de produtos. Pois esta mesma tecnologia estabelece um tipo de *muda* de tempo de espera: a incompatibilidade entre as diferentes plataformas e *software*. Estas incompatibilidades geram retrabalho em termos de reformatar e/ou reenviar a informação.

Um exemplo deste tipo de muda pode ocorrer quando determinados desenhos técnicos elaborados em um determinado *software* de CAD (*Computer Aided Design*) precisam ser visualizados em um outro computador com uma versão mais nova do *software* ou até mesmo em um outro tipo de *software*.

- *Muda* de Inventário

*Muda* de inventário é o desperdício gerado pelos lotes de produtos semi-acabados ou acabados que aguardam entre cada uma das fases dos processos. Estes estoques de bens e recursos da empresa podem ser utilizados em outras atividades de geração de valor.

- Exemplos de *Muda* de inventário no Desenvolvimento de Produto

Podemos enxergar filas no processo de desenvolvimento de produtos da mesma forma que na manufatura. Como exemplo, é possível citar as filas de informação “empilhadas” nas organizações funcionais, onde diferentes programas competem por prioridade na execução de tarefas. Desta forma, é possível lidar com questões similares de capacidade *versus* tamanho da fila. De fato, devido à grande variabilidade inerente ao processo de desenvolvimento de produto, o gerenciamento ou eliminação de filas pode ser mais difícil do que no ambiente de manufatura.

---

<sup>1</sup> Palavra japonesa utilizada na abordagem enxuta para identificar tarefas que consomem recursos, mas não criam valor.

- *Muda* de Defeitos

*Muda* de defeitos está associado com a detecção de materiais com características não-conformes. Está relacionado com os problemas de qualidade ou de retrabalho do produto no sentido de corrigir um problema de qualidade. Este tipo de *muda* é bem entendido, sendo o foco de outros esforços de melhoria na empresa, tais como: Seis Sigma<sup>2</sup> e TQM (*Total Quality Management*).

- Exemplos de *Muda* de Defeitos no Desenvolvimento de Produto

Um exemplo clássico deste tipo de *muda* no ambiente de desenvolvimento de produtos são os erros ou falhas de engenharia. Isto ocorre quando alguns requisitos são ultrapassados ou até mesmo não são considerados, não são efetuadas as análises apropriadas ou as interfaces de sistema não são adequadamente consideradas. Também podem acontecer falhas quando os processos padronizados e estabelecidos não são seguidos e o aprendizado não é retido. Da mesma forma que na manufatura, quanto mais tarde o erro é percebido no processo, maior é o *muda*.

- *Muda* de Superprodução

*Muda* de superprodução está associado com elevada quantidade produzida de um determinado produto. Este *muda* está associado ao conceito de produção empurrada onde os processos à montante fazem fluir uma quantidade de produtos que independe da necessidade dos processos à jusante. Este tipo de *muda* está proximamente relacionado com *muda* de inventário, visto que a superprodução resulta, normalmente, no aumento de inventários.

- Exemplos de *Muda* de Superprodução no Desenvolvimento de Produto

Um exemplo de superprodução é a disseminação indiscriminada de e-mail's a destinatários que não estão relacionados diretamente com o fluxo do valor. Isto resulta em um significativo tempo perdido, onde se gasta grande parte do tempo selecionando e lendo mensagens desnecessárias. Isto pode resultar na sobrecarga de informações. Quando isto ocorre, algumas mensagens são descartadas ou sequer lidas, resultando em uma potencial perda de informações que poderiam ser necessárias.

- *Muda* de Superprocessamento

Este desperdício está associado com os passos extras que são exigidos devido a ferramentas ou projetos de produtos pobres. A seleção de ferramentas pobres pode resultar em um tempo maior de processamento, se comparado quando da utilização da ferramenta correta.

- Exemplos de *Muda* de Superprocessamento no Desenvolvimento de Produto

Existe uma tendência, quando da elaboração dos documentos de requisitos, de começar o texto com uma revisão do que já foi feito no passado. Este processo pode conduzir à incorporação de requisitos ou *lessons learned* que não são necessárias aos sucessivos clientes do processo.

### 3. Pressupostos

Existem várias suposições associadas ao modelo de criação de valor. Primeiro, supõe-se que o valor é um atributo multidimensional do sistema, tendo pelo menos um conjunto de dimensões relacionadas à capacidade técnica, custo e momento (*timing*). Supõe-se também que todos os *stakeholders*, a despeito de suas diferenças individuais, podem concordar em focar o valor como um atributo de sistema baseado na sua importância. Talvez o mais importante pressuposto deste modelo seja o de que os *stakeholders* terão um nível apropriado de *insight* e influência em cada fase do processo, ou seja, identificação, proposição e entrega do valor. Isto exige uma comunicação clara e um fluxo de informação entre todos os envolvidos.

---

<sup>2</sup> Ver Miyake (2002)

### 3.1 Identificação do Valor

A identificação do valor consiste na determinação dos *stakeholders*, suas necessidades e expectativas e suas contribuições para o sistema. As necessidades e expectativas podem ser articuladas na forma de sistema de objetivos. São considerados *stakeholders* quaisquer grupos ou indivíduos que afetam ou são afetados pelo alcance dos objetivos organizacionais (Freeman, 1984). Podem, então, ser incluídos neste grupo: clientes, usuários finais, compradores, produtores, desenvolvedores, fornecedores, financiadores, entidades políticas e/ou comunidades. “Cada *stakeholder* contribui com uma informação única, considerando: parcerias e estratégias corporativas; análise de mercado; expectativas financeiras; necessidades do operador ou do consumidor; restrições regulatórias e certificação; e o momento para desenvolvimento do sistema” (Stanke, 2001).

Após a identificação dos *stakeholders*, vem a necessidade de atentar para a identificação de qual parte do processo ou projeto irá agregar valor para cada um deles, e quais os tipos de compensações serão necessárias para o balanceamento no atendimento das necessidades de todos os envolvidos. Segundo Murman *at. al.* (2002), isto é de certa forma complexo, pois muitos dos *stakeholders* relutam em explicitar todas as suas necessidades com receio de perder força em negociações futuras, ou, muitos deles, não conseguem articular ou antecipar todas as dimensões de valor que são importantes. O grande número de pesquisas a respeito de como conduzir uma efetiva análise de mercado para produtos de consumo evidencia esta complexidade para o entendimento de valor. O desafio, então, nesta fase, é balancear as perspectivas dos *stakeholders*.

### 3.2 Proposição do Valor

O conceito de proposição de valor não é novo, e o termo aparece de forma extensiva na literatura atual sobre negócios. O objetivo da fase de proposição de valor é estruturar o fluxo do valor baseado nas proposições de valor de cada *stakeholder*, de forma que pessoas, grupos e empresas contribuam com seus esforços ou recursos para o fluxo do valor.

As contribuições e expectativas identificadas podem ser traduzidas em um conceito de sistema, arquitetura e estrutura de programa aceita por todos os interessados. A negociação para balancear as várias contribuições e expectativas de todos os *stakeholders* está baseada nos objetivos comuns de alcançar o valor do ciclo de vida. Não é proposto que todos desconsiderem suas diferenças individuais. A proposição de um valor único é um *link* essencial entre os valores identificados e o que vai ser efetivamente entregue. O objetivo geral é encontrar uma proposta que entregue o máximo de valor para cada *stakeholder*. É importante comunicar o valor acordado para todos os envolvidos.

Os *stakeholders* necessitam enxergar que as suas necessidades de valor estão sendo alcançadas, e isto, muitas vezes, exigirá tarefas adicionais. Por exemplo, capturar a razão de cada decisão durante o processo de desenvolvimento de produto é importante, porque não se pode assumir que todas as pessoas que iniciaram o processo estarão presentes ao final do mesmo. Outro exemplo, se relaciona com a necessidade de construir competências no que tange à coleta e compartilhamento de informações adicionais; isto não contribui diretamente para o produto final, mas atende a empresa quando da necessidade de acesso rápido a informações que darão suporte às decisões de gerenciamento.

### 3.3 Entrega do Valor

Desenvolver, produzir, operar e sustentar um sistema, assim como gerenciar o programa que executa este trabalho são consideradas atividades que compõem o valor entregue. Ao mover-se para a fase da entrega do valor, o grupo de *stakeholders* aumenta a

preocupação com o gerenciamento da transição da programação e arquitetura de sistema para a execução do programa e desenvolvimento do sistema. Apesar de parecer intuitivamente uma relação direta, a relação entre a entrega de um determinado valor e o valor proposto pode ser complicada. Felizmente, existem muitas estratégias, práticas, ferramentas e métodos que auxiliam este trabalho: é o que revelam os estudos de caso de Stanke & Murman (2002). Numa dada proposta de valor, existem múltiplas maneiras de desenvolver e aperfeiçoar o sistema de ciclo de valor.

A fase de implementação, ou seja da entrega do valor, é a mais comum no contexto de princípios e práticas enxutas. É aqui onde o valor é entregue, tanto para os *stakeholders* que participam do fluxo do valor quanto para o usuário final, quando o produto ou serviço é recebido. É neste momento que todas as promessas, explícitas ou implícitas, são alcançadas.

Entregar valor fazendo convergir benefícios para os interessados requer uma cadeia de atividades chamada “fluxo de valor”. O foco excessivo na entrega do valor para o usuário final ou qualquer outro *stakeholder* cria um fluxo de valor disfuncional que ignora outros envolvidos. O valor entregue, para Stanke & Murman (2002), depende do valor que se agrega em cada passo ao longo do fluxo do valor.

#### 4. Metodologia de Pesquisa

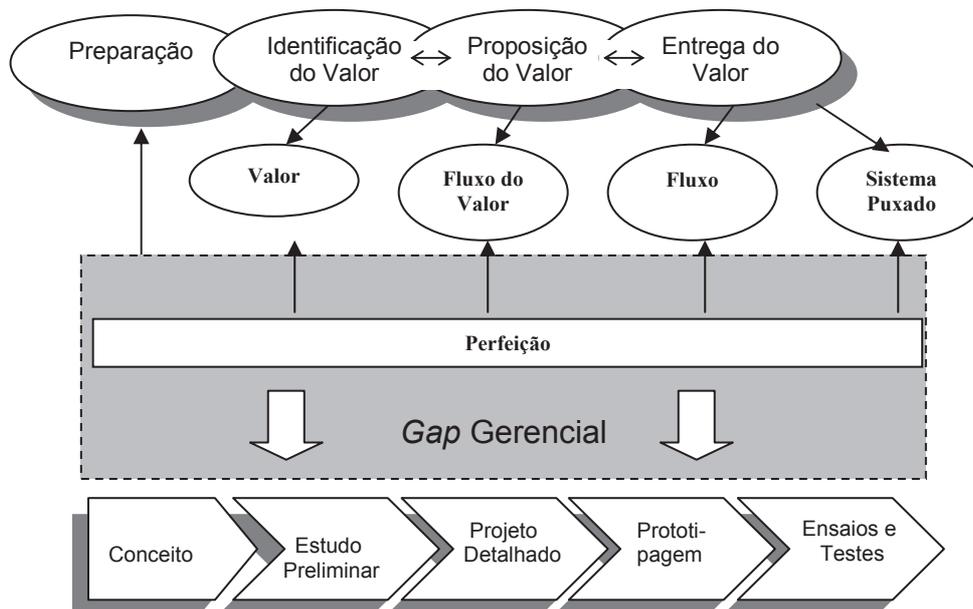
As empresas estudadas foram escolhidas em função do estágio de inovação praticado pela indústria da qual fazem parte. A indústria aeronáutica, conforme Murman *at. al.* (2002), encontra-se na fase específica e portanto necessita buscar inovações relacionadas com processos visto que seus produtos já alcançaram o que se pode 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 grande volume de projetos de desenvolvimento de itens para a aviação militar e para equipamento de apoio ao solo. Os resultados preliminares permitiram a elaboração da seguinte metodologia para utilização de princípios enxutos.

#### 5. Metodologia proposta para utilização de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos

Segundo Slack (1998), a busca pela perfeição pode ser facilitada através do desdobramento de políticas, as quais envolverão a direção e a liderança da alta administração no que tange a seleção de objetivos, projetos, recursos e programações para a iniciativa de melhorias. Esta necessidade de um envolvimento da direção ou da alta administração no gerenciamento e implementação de melhorias também foi verificada nos estudos de casos das práticas industriais. Desta forma, é possível inferir que existe a necessidade de um modelo de gerenciamento que possibilite a transposição dos princípios enxutos para o processo de desenvolvimento de produtos.

Na figura 5, pode-se observar a pertinência das considerações de Slack (1999), de que é preciso uma intervenção gerencial para que possa ocorrer a transposição dos princípios enxutos para o processo do desenvolvimento de produtos. Isto, porém, deve ser realizado de

forma que, ao final, obtenha-se um processo de desenvolvimento com características enxutas, isto é, que utilize princípios enxutos para melhoria de seu desempenho.



**Figura 5** – Representação simplificada da metodologia para utilização de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos.

Esta característica de um processo gerencial com início e término se alinha com a definição de projeto, o que conduz a identificação da ferramenta de gerenciamento de projetos como elemento integrador da metodologia de implementação dos princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos. Os processos de início, planejamento, execução, controle e término, considerados básicos no ciclo de vida de projetos (PMI, 2001), serão também os processos-base desta metodologia.

A pesquisa com os estudos de caso revelou também um desconhecimento da Empresa B acerca dos princípios enxutos aplicados ao processo de desenvolvimento de produtos. Por isso, a metodologia incluirá no modelo de três fases uma fase de preparação, na qual será objetivada a construção de uma visão enxuta para os envolvidos, o envolvimento das pessoas e o desenvolvimento de estratégias de implementação.

A metodologia proposta, portanto, sugere a aplicação de uma ferramenta gerencial para utilização de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos e, conseqüentemente, a condução deste processo a um estado considerado enxuto, onde a melhoria acontecerá a partir da criação de valor e eliminação de *mudas* de fluxo da informação em cada etapa do processo.

## 6. Considerações Finais

A pesquisa com a revisão da literatura e investigação das práticas industriais permitiu que fosse possível obter *insights* para a construção da metodologia proposta. Esta metodologia, porém, não encerra a pesquisa. O instrumento de coleta de dados assim como a própria metodologia precisarão ser refinados a partir de estudos de casos subseqüentes.

Neste primeiro momento, foi considerada somente a possibilidade de utilização dos princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos. Porém, estudos poderão ser desenvolvidos no sentido de rever os princípios enxutos para que, se necessário, sejam alterados, a fim de incluir algum outro princípio específico para as atividades de engenharia.

A utilização de um modelo gerencial orientado pelos princípios do *Project Management Book of Knowledge* – PMBOK (PMI, 2001), foi ratificada pelas considerações de Slack (1998) de que existe a necessidade de uma ferramenta gerencial quando da utilização de um modelo enxuto no processo de desenvolvimento de produtos. Neste sentido, outras ferramentas gerenciais também poderão ser estudadas para utilização.

Desta forma, este trabalho não pretende encerrar as discussões. Ao contrário, representa o ponto de partida para uma pesquisa que poderá apresentar resultados mais satisfatórios a partir da ampliação do debate acerca do tema, tanto na academia quanto na revisão das práticas industriais.

## Referências

- BAUCH, C. *Lean Product Development: making waste transparent*. Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 2004.
- CHASE, James P. *Value Creation in the Product Development Process*. Thesis (master in science). Massachusetts Institute of Technology. Cambridge: 2001.
- FREEMAN R E. *Strategic Management: A Stakeholder Perspective*. Pittman, 1984.
- KERZNER, Harold. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 6. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- KIM, Yong-Suk. *A decomposition-based approach for the integration of product development and manufacturing system design*. Thesis (Doctor of Philosophy) in mechanical engineering. MIT: Cambridge, 2002.
- McMANUS, Hugh L. MILLARD, Richard L. *Value stream analysis and mapping for product development*. Proceedings of the international council of the aeronautical sciences. 23º ICAS Congress. Toronto: 2002. pp 6103.1-6103.10.
- MIYAKI, Dario I. Melhorando o processo: seis sigma e sistema de produção lean. In: ROTONDARO, R.G. Seis sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços. Atlas: São Paulo, 2002. p. 264-293.
- 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. . *at. al.. Value in Aerospace Industry*. Palgrave: New York, 2002.
- PMI, Project Management Institute. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK)* Maryland: Project Management Institute. Inc, 2001.
- ROMANO, Leonardo N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. Tese (Doutorado) Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina: Santa Catarina, 2003.
- 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.
- \_\_\_\_\_, R. A. MURMAN, E. *A framework for achieving lifecycle value in aerospace product development*. International Council of aeronautical sciences congress, 2002.
- STANKE, A. *A framework for achieving lifecycle value in product development*. Thesis (Master in Science). Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 2001.
- TOLEDO, Nilton N. *Metodologia para o desenvolvimento de produtos a serem fabricados em série*. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1994.
- ULRICH, K., EPPINGER, S. *Product Design and Development*, Irwin McGraw-Hill, New York, 2000.
- WOMACK, J. JONES, D. *Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press: New York, 2003.