

# **ESTUDO DA APLICAÇÃO DE METODOLOGIA E GESTÃO PARA DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.**

**Alexandre Lopes Ferreira**

E-mail: a-lobes-ferreira@uol.com.br

**Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia Mecânica

Av. Prof. Mello Moraes, 2231

05508-900 – São Paulo, SP – Brasil

**E-mail: tolenil@usp.br**

## **MPEA – Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva**

### **ABSTRACT**

The present work proposes an evaluation and study of the application of the methods for development of products already consecrated applied in the automobile industries and comparison with the current academic models, detaching their advantages and disadvantages.

With the coming of the globalization Brazil lets to be a productive unit and raisin to occupy space in the process of development of the product, then it appears the need of the deep knowledge of the techniques and applied methodologies then to the process of development of the product, such like APQP (Advanced Product Quality Planning) and PMBOK (Project Managment Body of Knowledge) among other mentioned during the development of this work.

The process of development of the product has inclusion that is going besides the manufacturers of vehicles, it starts to also incorporate the whole chain of suppliers and customers, thinking like this about them the application of the techniques and methodologies of development of the product.

Brazil presents a market fragment for popular and sophisticated customers among other variations to the market of the automobile industry as the application of the vehicles, conditions of the highways and other own characteristics what turns more interesting the application of techniques and methodologies for development of the product to a market homogeneous and extremely dynamic and that should also consider yours exporter's condition.

The new order of lead in production of vehicles is also of extreme importance to be considered in this work, looking for to understand their perceptive ones and strategies for this competitive section of the industry.

### **RESUMO**

O presente trabalho propõe uma avaliação e estudo da aplicação dos métodos para desenvolvimento de produtos já consagrados aplicados a industria automobilística e comparação com os modelos acadêmicos atuais, destacando suas vantagens e desvantagens.

Com o advento da globalização o Brasil deixa ser uma unidade produtiva e passa a ocupar espaço no processo de desenvolvimento do produto, daí surge então a necessidade do profundo conhecimento das técnicas e metodologias aplicadas ao processo de desenvolvimento do produto, tais como o APQP (Advanced Product Quality Planning) e o conceito de desenvolvimento enxuto (Lean Development), PMBOK (Project Managment Body of Knowledge) dentre outras citadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

O processo de desenvolvimento do produto tem abrangência que vai além dos fabricantes de veículos, passa a incorporar também toda a cadeia de fornecedores e clientes, refletindo assim sobre eles a aplicação das técnicas e metodologias de desenvolvimento do produto.

O Brasil apresenta um mercado fragmento por clientes populares e sofisticados dentre outras variações para o mercado da indústria automobilística como a aplicação dos veículos, condições das estradas e outras características próprias o que torna mais interessante a aplicação de técnicas e metodologias para desenvolvimento do produto para um mercado nada homogêneo e extremamente dinâmico e que também deve considerar sua condição de exportador.

A nova ordem dos líderes em produção de veículos também é de extrema importância a ser considerada neste trabalho, buscando entender suas percepções e estratégias para este competitivo setor da indústria.

Durante desenvolvimento de um automóvel vários atributos são considerados, como performance e potência do veículo, consumo de combustível, custo, segurança, aerodinâmica, etc. Dentre estes, existe um atributo chamado Craftsmanship que engloba os principais aspectos mencionados acima. Craftsmanship pode ser definido como a percepção do consumidor em relação à qualidade do design/projeto e à qualidade de sua execução (Quaresma, 2004).

O Craftsmanship de um veículo é trabalhado desde do início do projeto com a definição das características do produto, passando pela concepção e desenvolvimento das peças, pelo desenvolvimento das ferramentas que irão produzir e montar as peças até o lançamento do veículo no mercado. O trabalho é feito analisando sempre o projeto e a execução de cada uma das peças e a sua relação com as outras peças, ou seja, apesar de todas as peças serem produzidas individualmente é na montagem do conjunto, do veículo todo, que o consumidor irá olhar e perceber que o veículo foi bem projetado e é de boa qualidade. Desta forma é possível assegurar que o consumidor fique satisfeito, atendendo as necessidades do cliente que serão várias vezes abordadas durante este texto pois a voz do cliente aparece como importante fonte de informação para os conceitos de desenvolvimento do produto abordados neste trabalho.

## INTRODUÇÃO

Com a tendência de crescente globalização da economia e o aumento da diversidade e da variedade de produtos e a redução do ciclo de vida desses produtos no mercado fez com que o Processo de Desenvolvimento de Produto se tornasse uma importante fonte de vantagem competitiva.

Segundo Clark & Fugimoto (1991), para muitas empresas, a sobrevivência no mercado depende de sua capacidade de aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de produto com os objetivos de reduzir o tempo de desenvolvimento, garantir a qualidade e diminuir os custos dos produtos.

A indústria automobilística brasileira encerrou 2003 com capacidade instalada de produção anual de 3,2 milhões de veículos e 86 mil máquinas agrícolas automotrizes. Tais capacidades são fruto especialmente dos investimentos realizados no período 1994 - 2002, que redundaram na ampliação e modernização do parque industrial. (ANFAVEA, anuário 2004).

Um dos aspectos desse esforço reside em que, do total de 48 unidades que compõem o parque, 22 foram inaugurados no período 1996-2002.



Figura 1 - Aspectos econômicos e sociais da indústria automobilística brasileira(ANFAVEA, 2004).

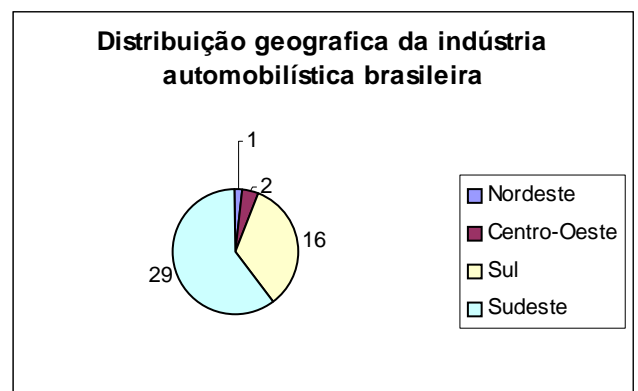


Figura 2 – Distribuição geográfica da indústria automobilística brasileira.

Os dados demonstram o Brasil como um importante pólo da indústria automobilística e apresenta suas características e necessidades próprias, como a criação dos veículos bi combustíveis.

Merece uma nota especial neste trabalho o lançamento, em 2003, os veículos bi combustível, ou seja, com capacidade para circular com qualquer mistura de álcool e gasolina num só tanque.

O produto, uma nova geração do carro a álcool, vem sendo bem recebido pelo consumidor, que pode decidir, a cada abastecimento, com que combustível (ou sua mistura) quer ser abastecido.

Com a colaboração do veículo bi combustível, os veículos a álcool encerraram 2003 com vendas de 84,5 mil unidades, 7% do mercado de veículos leves nacionais, desempenho que não era alcançado desde 1994.

Certamente, essa nova geração de produtos colaborará para o fortalecimento da cadeia sucroalcooleira.

No Brasil das constatações que aparece de maneira clara nos dados processados é a intensa difusão dos certificados de qualidade pela cadeia de fornecimento das montadoras. 80% das empresas relataram certificação pelas normas ISO-9000, sendo que mais 4% estavam em vias de fazê-lo. Somente três empresas declararam não ter interesse neste certificado. Das empresas certificadas, 57% são nacionais.

Um comportamento semelhante ocorre com a certificação pela família QS: 73% (55% nacionais) das empresas da sub-amostra já estão certificadas e mais 8,4% estão prestes a fazê-lo. 3,7% estão analisando esta possibilidade. Ainda, 43,5% das empresas já possuem ou estão em vias de possuir outros tipos de certificação (Salermo, 2002).

## **O APQP – PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO**

O conceito APQP (Advanced Product Quality Planning) teve origem nos EUA através da General Motors, Ford e Chrysler para tentar padronizar os sistemas de qualidade das empresas montadoras, pois a existência de inúmeras normas gerava, para os fornecedores, esforços desnecessários para atender a todos os requisitos. Muitas vezes, duas normas exigiam praticamente o mesmo documento, porém com diferente formatação. Em outros casos algumas empresas exigiam procedimentos extremamente burocráticos sendo que outras já utilizavam soluções mais eficientes. O APQP é um manual da qualidade respondendo aos requisitos de certificação e as referências do sistema da qualidade QS-9000.

Ou seja, o APQP oferece um método de trabalho para que os fornecedores cumpram as exigências do planejamento avançado da qualidade do produto.

O APQP orienta para que todos os passos necessários durante o planejamento sejam dados, objetivando que o novo produto/processo seja lançado com o mínimo de problemas, fazendo com que os gastos com modificações sejam menores e que estes, quando necessário, sejam identificados o mais cedo possível e possam ser mais facilmente implementados, evitando problemas posteriores ao lançamento do produto (ABRAHAM, 1998).

O manual APQP oferece a seguinte orientação aos fornecedores automotivos:

- planejamento e definição de programa;
- especificação das atividades de projeto e desenvolvimento do produto;
- especificação das atividades de projeto e desenvolvimento do processo;
- validação do produto e do processo;
- retroalimentação, avaliação e ação corretiva e
- Metodologia do plano de controle visando auxiliar a produção.

As ferramentas, técnicas e atividades descritas no manual do APQP da QS 9000 são discriminadas em seqüência lógica, baseada em 5 fases de planejamento: (ABRAHAM,1998).

Fase 1: Planejamento e definição do programa

Fase 2: Projeto e desenvolvimento do produto

Fase 3: Projeto e desenvolvimento do processo

Fase 4: Validação do produto e do processo

Fase 5: Retroalimentação, avaliação e ação corretiva

O processo de desenvolvimento de produtos obedece às etapas definidas na figura 3, e a gestão de projetos ocorre ao longo dessas etapas.

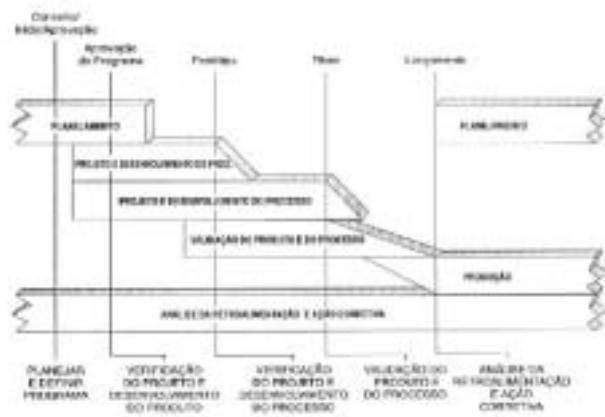


Figura 3: Etapas do processo de desenvolvimento de produtos. (Manual APQP, 1996).

O projeto de produtos, para quem quer se manter competitivo, não deve ser desenvolvido como atividade intuitiva, empírica e de tentativa e erro, mas deve ser desenvolvido apoiado em método sistêmico com forte embasamento científico. A norma QS 9000 (Quality System 9000), em seu manual de referência do APQP - Advanced Product Quality Planning, orienta o uso de um método sistêmico, ilustrado na figura 4.

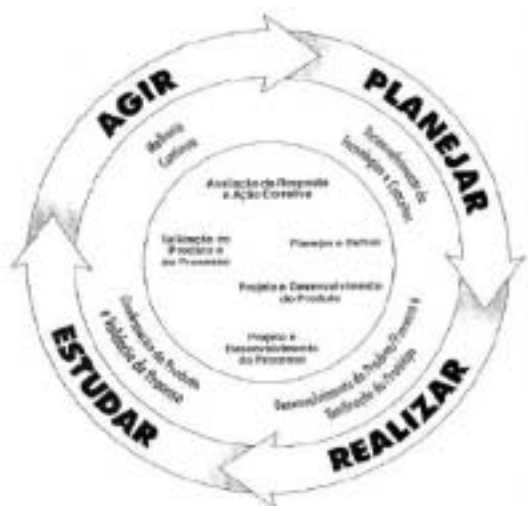


Figura 4 – Ciclo de Planejamento da Qualidade (Manual APQP, 1996)

A utilização de método sistêmico no processo de desenvolvimento de produtos permite direcionar os recursos para satisfazer os clientes; oferecer um produto de qualidade dentro do prazo a custo competitivo; e reduzir o desperdício normalmente gerado por alterações tardias, erros, diversidade desnecessária de produtos, excessiva complexidade do produto e burocracia. A repetibilidade do processo de desenvolvimento de produtos tem maior probabilidade de ser concretizada se existir o padrão de sistema. Entende-se por padrão de sistema a descrição das

etapas do processo de desenvolvimento de produtos, as técnicas a serem utilizadas e os setores envolvidos, ou seja, o estabelecimento do método, das técnicas e do nível de autoridade e responsabilidade.

## CONCEITO LEAN

### A HISTÓRIA DO LEAN

A Máquina Que Mudou O Mundo, publicado em 1990 por WOMACK, ROOS & Jones, , dramaticamente mudou e revolucionou o pensamento das pessoas quanto à indústria ‘tradicional’ de veículos até então. O conceito Lean foi criado com base neste estudo, que tem sido o maior e mais completo desafio na indústria automotiva. O objetivo era comparar as diferenças de funcionamento entre companhias de carros operando com o sistema tradicional de produção de massa e aquelas que utilizavam o Sistema de Produção Toyota (TPS).

O princípio do Sistema de Produção Toyota, associado pela maioria das pessoas ao termo Lean ou mais ainda ao termo Just-In-Time (JIT), já havia sido desenvolvido nos anos 50 quando a indústria de carros japonesa passou por uma forte crise. Naquela ocasião, tornou-se claro que a única maneira de escapar do possível iminente fracasso da indústria automotiva no Japão era realizar mudanças drásticas na eficiência e produtividade. Outro fator que exerceu papel importante foi, por exemplo, a proximidade das companhias de suprimento, permitindo entregas mais frequentes em menores quantidades.

Dois dos famosos gênios pensadores do sistema de produção Toyota eram Shigeo Shingo (1909-1990) e Taiichi Ohno (1912-1990).

Entretanto, os princípios lean de produção têm sido adotados por diversos setores da indústria, tal como o aeroespacial, produtos de consumo, processamento de metal e produtos industriais (SPEAR & BOWEN, 1999). Apesar de toda a franqueza e sinceridade da Toyota quanto à sua prática, poucos fabricantes tem conseguido realmente imitar com sucesso ou mesmo implementar o sistema Toyota. E isso não é de se admirar. Se olharmos mais de perto o SPT (Sistema de Produção Toyota) entenderemos que o sucesso desta medida não se deve somente à implementação das várias práticas identificadas, do controle de funções e de ferramentas como o sistema pull, kanban, andon lights quadros de controle visual ou verificação de erros. Também se deve à coerência e harmonia da a estrutura básica para com ela, à organização e a mentalidade das pessoas de como as tarefas são dispostas e realizadas. SPEAR & BOWEN designam este

fenômeno como o 'DNA do Sistema de Produção Toyota' e sugerem algumas regras que o descrevem

Desde a publicação do estudo em 1990, houve inúmeras tentativas e grandes esforços investidos para adotar os princípios lean de fabricação, desde a indústria de carros até o setor de manufatura de vários tipos de negócio, parcialmente com consideráveis melhorias. A General Electric, por exemplo, realizou 100% de suas entregas no prazo correto. Outras companhias conseguiram reduzir espaço físico de 50-97,3% e/ou melhorar o ciclo de seus prazos de 60-80% (INTERNET 4).

A partir do momento em que as pessoas começaram a estudar o campo do Lean, elas começaram, aos poucos, a perceber que o sucesso desse sistema não estava limitado apenas ao setor de fabricação, mas poderia ser expandido a outros setores de negócio, visando um alto potencial de redução custo e melhoria da qualidade.

Literaturas analisam a aplicabilidade dos princípios do lean e suas ferramentas de melhoria para diferentes níveis e setores de negócio, bem como tenta desenvolver-se e crescer com novas idéias baseadas no método Lean. Um desses setores de negócio é o desenvolvimento de produto. Devido a esta natureza particular de grande incerteza, riscos e baixa repetitividade comparado aos processos de fabricação, a realização de tais princípios e ferramentas, bem como a melhoria de outras, torna-se um desafio muito maior.

Para uma melhor compreensão da filosofia Lean e também para oferecer mais informações sobre o trabalho, os cinco princípios básicos do lean identificados por WOMACK & JONES (Lean Thinking), as normas fundamentais da Toyota e as práticas mais significativas utilizadas dentro do SPT serão brevemente explanados no tópico seguinte.

## **OS CINCO PRINCÍPIOS DO LEAN E MAIS**

Lean é considerado lean desde que “promova uma maneira de se fazer cada vez mais com cada vez menos”, e isso quer dizer menos esforço humano, menos tempo e até menos espaço enquanto se produz, simultaneamente, produtos que o consumidor realmente quer. Isso facilita o crescimento do valor do produto ao mesmo tempo em que diminui desperdícios (WOMACK & JONES, 1992).

Desperdício significa qualquer atividade humana que absorve recursos e não acrescenta valor algum ao produto. Por exemplo, erros que requerem esforço adicional para

reparos, produção de itens que ninguém se interessa predominando no catálogo e sobras de produtos empilhados, procedimentos não-solicitados durante a produção, movimentação de funcionários e transporte de bens de um lugar para outro sem qualquer propósito, pessoas paradas na linha de produção esperando pela atividade porque uma das linhas superiores não distribuíra o serviço a tempo, bens e serviços que não correspondem às necessidades do consumidor (WOMACK & JONES).

Uma ferramenta poderosa contra o desperdício é promovida pelo Pensamento Lean (Lean Thinking WOMACK & JONES, 1998) que sugere uma forma de especificar o valor, delinear a ação de criação do valor na melhor seqüência, conduzir estas atividades sem interrupções quando solicitadas, realizá-las com cada vez mais eficiência e, conseqüentemente, eliminar atividades que geram desperdício. Comparado a outras medidas de racionalização do fluxo de trabalho, que geralmente tira o emprego de muitas pessoas, este método, além de criar novos empregos, torna o trabalho muito mais satisfatório para as pessoas através da imediata avaliação dos esforços a fim de converter desperdícios em valores (WOMACK & JONES, 1992).

## **OS CINCO PRINCÍPIOS DO LEAN**

### **Especificar o valor**

Oferecer o produto ou serviço inadequado ao consumidor significa enorme desperdício quer o procedimento para tal seja feito com eficiência ou não. Para evitar esse tipo de desgaste, o primeiro passo no pensamento lean deve ser uma análise completa de clientes específicos e diálogo com eles para que se entendam quais são suas necessidades particulares numa determinada ocasião e o que eles podem pagar. Uma vez que as necessidades do cliente são identificadas, torna-se mais fácil definir o valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos.

Finalmente, o valor pode ser definido somente pelo cliente definitivo e somente é significativo quando determinado em termos de produtos específicos que correspondem à necessidade do cliente a um preço específico e a um tempo específico (WOMACK & JONES, 1992).

Atingir esta primeira meta pode ser preciso ignorar aquisições e tecnologias já existentes e introduzir uma gama de produtos mais forte e dedicada. A realidade às vezes parece diferente quando não se consegue especificar e criar o valor do cliente por causa da necessidade imediata de terceirização / acionistas, e prevalece a carência de uma administração financeira mais competente. Outra questão é sobre o forte papel dos especialistas técnicos das

companhias. Isto pode resultar em projetos muito complexos e customizados com tecnologias sofisticadas demais, que finalmente excede o orçamento do cliente e, ademais, raramente correspondem ao seu real desejo (WOMACK & JONES, 1992).

Ainda que seja um tanto quanto irreal que companhias implementem com sucesso estas mudanças da noite para o dia, é importante que elas tenham uma clara compreensão de quais são as verdadeiras necessidades do cliente. Já que todas as manobras de negócio dentro de uma companhia podem ser consideradas como uma grande rede de relações fornecedor / consumidor, este princípio também pode ser aplicado a clientes costumeiros (clientes preferenciais).

## Identificar o *value stream*

O próximo passo no pensamento lean é identificar o verdadeiro *value stream*, isto é, o conjunto inteiro de atividades solicitadas para produzir o produto específico independente se for um bem, um serviço ou uma combinação de ambos. Isso é uma espécie de pesquisa porta-em-porta aplicada aos três maiores campos de atividade em qualquer negócio (WOMACK & JONES, 1992):

- *Tarefa de resolução de problemas*: Desde a concepção, passando pelo *design* e engenharia até o nível final da produção
- *Tarefa de administrar informação*: Desde a ordem de serviço, passando pelo agendamento detalhado de produção até a entrega.
- *Tarefa de transformação física*: Desde a matéria prima até o produto terminado para o consumidor

Durante a análise do *value stream*, surgirá na maioria das vezes três diferentes tipos de ações ao longo do *value stream*:

- *Atividades de acréscimo de valor* : Pintura de carro, colocação de pinos ou parafusos
- *Atividades necessárias mas sem acréscimo de valor* : Inspeção de pintura para garantir a qualidade

- *Atividades sem acréscimo de valor* : Atividades que podem ser eliminadas instantaneamente.

A chave da análise do *value stream* é você visualizar o valor inteiro por cada produto ou família de produtos, começando com o primeiro fornecedor no processo até o cliente final. O potencial deste procedimento está baseado numa visão holística que vai além apenas uma empresa. Uma vez que empresas procedem desta maneira, elas quase sempre revelam grandes quantidades de atividades que nada acrescentam ao valor, o que denominamos desperdício. Em termos literais, este tipo de procedimento é chamado de *empreendimento lean*.

Uma das razões pela qual as empresas evitam esse tipo de *empreendimento* é a questão da confidencialidade e o medo de que qualquer informação interna revelada sobre os processos e os custos possa ser usada contra elas por parceiros de graus mais altos ou mais baixos da hierarquia. Concentrar-se em sua parte no negócio e não no valor como um todo, incluindo as conseqüências de atividades internas para outras companhias ao longo do orçamento é o motivo lógico de tal medo.

Essa postura prova, de fato, ser muito perigosa numa época em que companhias estão carecendo de recursos devido a uma crescente complexidade de produtos e prazos mais curtos. Além disso, para que esse desenvolvimento aconteça, é preciso uma “aliança voluntária” de todas as diferentes partes envolvidas para examinar cada passo da criação do valor, para detectar e prevenir falhas no *value stream* (WOMACK & JONES, 1992).

É claro que isso requer uma mudança na maneira de pensar sobre redes e relações nos negócios, e também requer estabelecer algumas normas simples para controlar como as empresas interagem umas com as outras. Transparência com relação às fases do processo ao longo do *value stream* pode ser um dos aspectos chave desde que não apenas ajude a sincronizar cada vez mais as atividades de criação do valor, mas também permita aos participantes verificar se outras companhias atuam de acordo com as normas estabelecidas.

## Fluxo

Após especificar o valor, mapear o orçamento e eliminar as atividades desnecessárias, o próximo passo no pensamento lean consiste em fazer com que as atividades de criação do valor fluam. Este é um estágio muito crítico porque requer uma mudança de pensamento, longe do pensamento tradicional da massa e na direção do pensamento de fluxo contínuo.

As primeiras pessoas que realmente perceberam o potencial do fluxo foram Henry Ford e seus parceiros em 1913. Aplicando o princípio do fluxo contínuo até a montagem final, Ford conseguiu reduzir em 90% os esforços necessários para montar um Modelo T Ford. Ainda que este resultado tenha sido duradouro, é apenas um caso especial desde que o procedimento de Ford “funcionou somente quando o volume de produção era grande suficiente para justificar a alta-velocidade das linhas de montagem, quando cada produto utilizou exatamente as mesmas peças, e quando o mesmo modelo foi produzido por muitos anos” (WOMACK & JONES, 1992).

Em contraste, introduzir fluxo contínuo a produções de baixo volume quando dezenas de centenas de cópias de um certo produto eram necessárias, mostra ser um desafio muito maior. Ele representa o caso geral e também descreve a real situação para com as exigências dos consumidores. Ohno e seus associados reconheceram esse desafio e elaboraram estratégias e técnicas para atingir o fluxo contínuo em produções de pequena escala, na maioria dos casos sem o uso de linhas de produção. Especializar-se em trocar rapidamente as ferramentas de um produto para o outro, e “acertar o tamanho” ou mesmo miniaturizar máquinas de uma maneira em que as fases dos diferentes estágios da produção (moldagem, pintura, montagem, etc.) possam ser conduzidas bem próximas uma da outra, são duas dessas técnicas. Que este procedimento é benéfico, algumas fábricas na América do Norte e Europa fizeram a prova onde pessoas envolvidas no lean aplicaram o *kaikaku*, que é uma melhora um pouco radical, comparadas com o *kaizen*, que é uma melhoria mais contínua e incrementada. Nesses casos, as atividades de produção de um produto específico eram redirecionadas dos departamentos e da costureira produção de pilhas enfileiradas para o fluxo contínuo, o que não só dobrou a produtividade como também reduziu erros e sobras consideravelmente.

Mesmo que os procedimentos de reengenharia tenham tentado focalizar-se mais no processo de criação de valor ao invés das categorias ou departamentos organizacionais, os conceitos ainda aderem aos processos desconexos e agregados, como ordem-de-serviço para uma extensão inteira de produtos, ao invés de modernizar todo o fluxo da ação de criação do valor para o produto específico (WOMACK & JONES, 1992). Além disso, estes procedimentos ainda param nas limitações de uma empresa e não se integram aos processos de *value stream* de parceiros mais acima ou mais abaixo na hierarquia, ainda que as maiores conquistas sejam alcançadas por considerar o *value stream* inteiro.

O alvo do princípio do fluxo consiste em redefinir o trabalho de funções, departamento e companhias de uma maneira que eles contribuam positivamente à criação do valor e correspondam às reais necessidades dos

participantes do processo a cada ponto durante o *value stream*, para que todos eles se interessem realmente em fazer o valor fluir (WOMACK & JONES, 1992). Fazer isso com sucesso requer não apenas focalizar-se no produto ou serviço específico e criar um empreendimento lean para cada produto, mas também ignorar ou mesmo repensar os limites tradicionais dos empregos, funções, departamentos, carreiras, companhias práticas específicas de trabalho e ferramentas, em favor de eliminar mal-fluxos, sobras e interrupções de todo tipo para, então, tornar o fluxo mais tranqüilo.

Uma vez que empregados e empregadores aceitam o “pensamento de fluxo” e aprendem a vê-lo, torna-se também possível aplicar o fluxo a qualquer atividade. Em princípio, o procedimento em todos os casos é o mesmo (WOMACK & JONES, 1992):

- Concentrar-se em administrar o *value stream* por um bem o serviço específico
- Eliminar barreiras organizacionais criando um empreendimento *lean*
- Posicionar e acertar o tamanho de ferramentas, e
- Aplicar o complemento total das técnicas *lean* para que o valor possa fluir continuamente

Um rápido resumo sobre ferramentas de manufatura lean e técnicas de fluxo primeiramente usadas no contexto do fluxo será feita logo abaixo.

Aplicar o princípio do fluxo aos processos de negócio parece também ter impacto no estado psicológico dos funcionários. De acordo com WOMACK & JONES, numa pesquisa conduzida pelo psicólogo Mihaly Csikzentmihalyi, Universidade de Chicago, as pessoas consistentemente indicam como mais recompensadoras as atividades que estão associadas a um objetivo claro, à necessidade de concentração tão intensa que a desatenção é deixada de lado, à falta de interrupções e distrações, instruções claras e imediatas no progresso em direção ao objetivo e senso de desafio – a percepção de que suas próprias habilidades são adequadas e suficientes para cumprir a tarefa solicitada. A pesquisa descobriu também que quando as pessoas experimentam essas condições, elas atingem um estágio de fluxo psicológico altamente satisfatório.

Em contraste, o convencional trabalho organizado de “pilhas enfileiradas” raramente facilita o fluxo psicológico. O empregado apenas pode ver uma pequena parte do trabalho inteiro; geralmente não se sabe se a tarefa fora realizada corretamente ou qual é o aspecto geral do que está sendo produzido; a tarefa apontada requer apenas uma

pequena porção da concentração e das habilidades do funcionário, e há freqüentes interrupções com outras tarefas dadas ao funcionário. Como resultado, uma organização que focaliza no fluxo contínuo de trabalho e no valor adequado, pode também servir de alicerce para o bom fluxo psicológico. O desafio de sustentar um fluxo suave sem interrupções, como também o foco na perfeição, o último princípio lean desta lista, coloca todo o sistema numa tensão bastante criativa que exige concentração da parte de cada empregado e de toda a equipe de produção (WOMACK & JONES, 1992).

### *Pull*

O pensamento lean, no entanto, não se preocupa apenas com a questão de como oferecer exatamente os bens e serviços que o cliente deseja, mas também como oferecê-los quando o cliente deseja.

A estratégia por trás do princípio pull (puxar), que significa que você deve deixar que o cliente “puxe” o produto de sua empresa sentindo que realmente precisa dela ao invés de empurrar produtos para o cliente e então acumular estoques enormes de produtos que ninguém quer. Ainda que esteja destinado ao consumidor final, este princípio se aplica ao longo de todo o value stream, significando então, que nenhum nível superior da produção deve produzir um bem ou serviço até que um nível inferior o solicite. Uma pré-condição essencial para isso é estabelecida pela percepção do princípio do fluxo, que pode consideravelmente reduzir atrasos no desenvolvimento de um produto, no processamento do pedido e da produção física em 50, 75 e 90% respectivamente (WOMACK & JONES, 1992). Isso cria alta flexibilidade e, então, habilidade de projetar, agendar e produzir exatamente o que o cliente quer quando o cliente quer. Ademais, responder rapidamente às exigências do cliente possibilita acelerar o retorno do investimento e reduzir ao mínimo mesmo numa produção e value stream complexos. De acordo com WOMACK & JONES, o segredo para o último citado pode ser visto na habilidade de ter peças re-fornecidas pelo nível seguinte do sistema, que, por sua vez, permite encomendar novamente em menores quantidades. Uma ferramenta especial para controlar o re-fornecimento e otimizar estoques é o kanban e o JIT (Just in time), que serão brevemente explanados abaixo.

O que na teoria parece bastante simples e compreensível pode ser um pouco mais complicado na prática e leva um bom tempo para ser implementado. De fato, WOMACK & JONES, por exemplo, apontaram que a quantidade de sobras de estoque em qualquer nível das atividades econômicas não tem diminuído muito na América, na Europa ou até mesmo no Japão apesar de uma década de ciência sobre o JIT ou mesmo quatro décadas de pensamento lean no Japão. Supõe-se que as empresas têm

adotado mais o fornecimento JIT e não a produção JIT. Conseqüentemente, estoques da mesma quantidade eram entregues ao nível superior seguinte da produção, que eram peças individuais ou matérias-primas de fornecedores.

### Esforço pela perfeição

O princípio final desta lista é o esforço pela perfeição que é um tipo de lembrete de que não existe fim quanto a reduzir esforço, tempo, espaço, custo e erros e, ao mesmo tempo, não existe fim quanto a produzir cada vez mais os produtos que o cliente realmente quer (WOMACK & JONES, 1992). De fato, os quatro princípios acima citados interagem uns com os outros de uma maneira em que a melhoria em um deles geralmente leva à melhoria nos outros. Por exemplo, as equipes de produção que estão em contato direto com os clientes quase sempre encontram formas cada vez melhores de definir o valor do cliente mais concisamente e, por meio disto, encontram também novas maneiras de aprimorar o fluxo e melhorar técnicas. Outro aspecto deste contexto está relacionado a novas tecnologias na fabricação e outras áreas que freqüentemente revelam novas maneiras de aumentar o valor e eliminar desperdícios que, de novo, redefinem a imagem predominante de perfeição que uma empresa tem.

Além de estabelecer metas específicas de melhoria com base no kaizen, a filosofia lean também faz uso de alvos impossíveis para o processo de melhoria e pinta o quadro de uma situação perfeita de processo para as pessoas. Mesmo que seja impossível chegar lá, apenas a imaginação já oferece um interessante grau de inspiração e, em particular, de direção às pessoas, o que é essencial para progredir ao longo do caminho e para unir forças (WOMACK & JONES, 1992).

Um dos princípios fundamentais de maior importância no caminho para a perfeição é a transparência, já mencionada anteriormente. Baseada no fato de que cada membro do sistema lean - seja o sub-empregado, fornecedor principal, montador, distribuidor ou mesmo o cliente - pode enxergar tudo, é muito mais fácil encontrar melhores ou até novas maneiras de criar o valor e também de evitar o desperdício (WOMACK & JONES, 1992). Acima disso, os quadros de controle visual adotados nas produções oferece aos empregados instruções quase instantâneas de melhorias alcançadas, algo essencialmente básico para a proposta lean e um poderoso incentivo para que as pessoas continuem a ir longe com as melhorias.

### Normas fundamentais da Toyota



Como foi colocado no início, o sucesso do Sistema de Produção Toyota (SPT) não se deve apenas à implementação das várias práticas identificadas, controle de funções, e ferramentas - como o kanban, o andon lights, o quadro de controle visual ou a redução de erros - observadas por muitas pessoas durante visitas à fábrica da Toyota. Consta ainda que tais práticas foram criadas para um fim determinado, que é dar suporte a uma série de normas implícitas no SPT. Algumas delas foram estabelecidas e chamadas por SPEAR & BOWEN como o DNA do SPT e estão focalizadas especialmente em como o trabalho na Toyota é organizado e realizado. Os cinco tópicos seguintes são um resumo do artigo de SPEAR & BOWEN Decodificando o DNA do Sistema de Produção Toyota.

Quando se observa o SPT, um paradoxo vem à tona para muitas pessoas: Como é possível que as atividades, conexões e fluxos de produção numa fábrica Toyota são tão rigidamente especificados, mas ao mesmo tempo as operações são altamente flexíveis e adaptáveis? A chave para resolver este problema pode não ser encontrada nas práticas em si, mas mais na compreensão de que o SPT é formado por uma “comunidade de cientistas” utilizando os métodos científicos de seu trabalho. Os métodos científicos são diferentes dos métodos de engenharia, que é mais especificação de problemas, e podem ser geralmente entendidos nos passos a seguir:

- Observe algum aspecto do universo
- Crie uma descrição tentativa, chamada de hipótese, consistente com o que você observou
- Use a hipótese para fazer previsões
- Teste estas previsões em experimentos ou observações mais detalhadas e modifique a hipótese conforme os seus resultados
- Repita os passos 3 e 4 até não mais haver discrepâncias entre sua hipótese e o experimento e/ou observação

Por esta razão, cada vez em que uma especificação é feita, há também novas hipóteses lançadas, que podem ser testadas. Para mudar isso, a Toyota prescreve um rigoroso e padronizado processo de resolução de problemas incluindo uma avaliação detalhada do atual estado do caso e um plano de melhoria, isto é, um plano para um teste experimental das mudanças sugeridas. Sem tal rigoroso e sistemático procedimento, melhorias nada mais seriam do que “tentativas aleatórias e erros”. Este método também sugere que empregados e patrões na Toyota vivenciem seu trabalho diário como se fosse um grande experimento em que cada um atua num determinado papel. Finalmente, é

esta postura, estar pronto para a experimentação, que faz o sistema ser flexível e que é abertamente reconhecida como o alicerce de uma organização de aprendizado.

Em particular, SPEAR & BOWEN estabeleceram três normas de projeto que mostram que a Toyota esquematiza todas as suas operações e processos como experimentos, e uma norma de melhoria que caracteriza como a Toyota ensina o método científico às pessoas em todos os níveis de sua organização.

## **AS DIFERENÇAS ENTRE FABRICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

Aplicar os princípios lean de fabricação à área de desenvolvimento do produto não é tão simples e deve ser intensamente discutido uma vez que há uma quantidade de diferenças significativas entre ambos.

Finalmente, é o propósito de cada processo que os torna tão diferentes. Ambas as organizações de departamento podem ser consideradas como um tipo de fábrica na qual algo acontece que cria o valor para a empresa. No desenvolvimento de um produto, o valor adicionado consiste na criação de informações novas e úteis para que se desenvolvam os dados, especificações e instruções do novo produto, ou um tipo de “receita do produto”, que pode então ser efetuada pela fabricação. Os processos de desenvolvimento de cada produto em si pode ser entendido como redes de processo multidimensional onde processos e cadeia de processos são altamente interligados, e experiências informativas e interações mesclam níveis hierárquicos múltiplos. Ademais, os processos de desenvolvimento de um produto podem ser caracterizados pelo seguinte conjunto de atributos: criativo e inovador, dinâmico, interdisciplinar, fortemente inter-relacionado, fortemente paralelo, interativo, com comunicação intensiva, previdente, com planejamento intensivo, incerto e arriscado.

Os riscos no desenvolvimento de um produto, no entanto, não se referem apenas a problema se incertezas em termos de possibilidades técnicas de um novo produto. Além disso, há também alguns riscos devido à suposição de tempo, custos e recursos.

Em contraste, o risco na fabricação está mais relacionado à qualidade do produto manufaturado, e a confiabilidade dos processos para que se possa corresponder às datas de entrega.

Ainda que os diferentes significados e definições de risco reflitam o propósito particular do desenvolvimento e

fabricação de um produto, as diferentes entre as duas áreas não se limitam apenas aos aspectos mencionados do risco. Outras diferenças estão listadas na tabela 1. A coluna média especifica alguns atributos para a comparação.

<b>Desenvolvimento do produto</b>	<b>Atributos</b>	<b>Fabricação</b>
Funcionalidade e performance	Alvos	Grau de excelência
Com forte rede de comunicação Processos seqüenciais e paralelos (Altamente) interativo Não muito repetitivo Incerteza, Risco Possível de ser repetir (o alvo)	Processos	Seqüencial Repetitivo Não interativo
Dados, especificações, instruções	Produto	Produto físico
Especificações de um produto (receita)	Saída / Rendimento	Produto em si (material físico)
Meses, anos, décadas	Tempo proposto	Horas, dias, semanas
Alta	Determinação de custo do produto	Baixa
Baixa	Causa de custos do produto	Alta
Engenheiros	Pessoas	Funcionários capacitados, artesãos
Cumprimento das especificações do cliente	Forma de medida	Complacência de tolerância
Fluxo de informação	Fluxo	Fluxo de material
Multidirecional, erros e interações possíveis e planejadas	Direção do fluxo	Unidirecional, erros e interações não planejadas
Difícil	Simulação	Fácil
Baixo	Potencial de automação	Médio, alto
Conhecimento	Caráter de trabalho	Proficiência
Tempo no trajeto crítico	Objeto do foco	Custo e gastos como medida de

		desperdício
Falta de dados	Motivo de filas	Quantidades / Lotes
Lacunas de conhecimento, lacunas de tempo, suposições com relação a tempo, custo, recursos	Risco	Confiabilidade e exeqüibilidade dos processos de fabricação

Tabela 1 - Diferenças entre Fabricação e Desenvolvimento de um Produto

Mesmo que se possa haver alguns paralelos entre fabricação e desenvolvimento do produto como uma idéia de fluxo, ainda existem muitas diferenças que podem significar alguns obstáculos mais ou menos grandes na aplicação dos princípios lean de fabricação e das ferramentas para desenvolver o produto a esta altura do processo. Isto se refere, por exemplo, ao princípio medir e melhorar. Uma vez que existem bem poucos ciclos de desenvolvimento completos em poucos anos comparados com a fabricação onde podem ser milhares no mesmo tempo, a implementação de melhorias dentro dos processos de desenvolvimento revela-se um desafio muito maior. Para que âmbito essas diferenças podem finalmente causar impacto e restringir a transferência de outros princípios e regras, como o desperdício deve ser discutido em particular.

## DESPERDÍCIO NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Este é o núcleo do conceito lean aplicado ao desenvolvimento do produto e tenta contribuir para a investigação sobre desperdícios ocorridos no desenvolvimento do produto.

Ainda que já tenha havido algumas abordagens, por diferentes pessoas, relacionadas ao desperdício dentro do desenvolvimento do produto, as quais se referem especialmente à re-interpretação dos sete tipos de desperdício do lean (Sete tipos de desperdício na produção) para a área de desenvolvimento do produto, inicia sua análise com uma coletânea de problemas ocorrentes dentro do desenvolvimento produto para que se possa ter uma visão mais independente e uma melhor compreensão deste assunto.

Uma vez que o conjunto de condutores de desperdício estabelecido representa uma ampla rede de problemas com um número altíssimo de inter-relações, uma abordagem sistemática na forma de análise causa-efeito geralmente é realizada a fim de priorizar e seqüenciar estes condutores para a eliminação do processo de desperdício.

## **O QUE É DESPERDÍCIO E O QUE É DESPERDIÇADO**

Começar com a investigação de desperdício dentro do desenvolvimento do produto nos leva rapidamente a uma das principais questões neste contexto: o que é desperdício?

Na fabricação por exemplo, a Toyota estabeleceu um conjunto de sete tipos de desperdício - tais como espera, produção excessiva, defeitos, etc. (Sete tipos de desperdício na produção) - que ajuda os funcionários e operadores a reconhecer o desperdício ou até mesmo reduzi-lo na medida do possível. Esta coletânea não oferece uma resposta explícita à pergunta sobre o que é desperdício e o que finalmente se desperdiça. Ao invés disso, ela dá uma pista sobre por que o desperdício acontece. Por causa disso, estes tipos de desperdício sugeridos devem ser considerados mais como os motivos para o desperdício.

A questão do desperdício dentro do desenvolvimento do produto mostra também que parece não haver muita ciência sobre estas distinções mencionadas e sobre a necessidade de definições claras dos termos usados.

Isto está relacionado a definições de dois termos, que são tipos de desperdício (primário e secundário) e condutores de desperdício:

### **O QUE PODE SER DESPERDIÇADO: TIPOS DE DESPERDÍCIO**

Estudar as idéias de diferentes pesquisadores, em particular os tipos de desperdício de MORGAN, sensibiliza por se pensar em cadeias ou mesmo redes de causa-efeito. Além disso, torna possível notar o impacto final destes tipos de desperdício, que são esforços de engenheiros adicionais, despesa e tempo gastos em refazer determinadas tarefas devido a problemas de qualidade. Dependendo do âmbito particular, isso pode ter impacto significativo no rendimento e na eficiência do desenvolvimento do produto, e conseqüentemente, nos alvos do projeto quanto à qualidade, tempo e custos. O desempenho destes três

fatores, por sua vez, não só determina a flexibilidade da companhia dentro dos projetos como também em termos de projetos associados a novas oportunidades de mercado identificadas.

Em se tratando da questão sobre quais coisas poderiam ser desperdiçadas, um total de seis diferentes fatores foi encontrado. Eles também podem ser vistos como tipos de fatores de produção dentro do desenvolvimento do produto.

- Recursos

Negligência de um indivíduo no desempenho da tarefa, bem como mal complacência com padrões estabelecidos freqüentemente causa trabalhos refeitos. Isto pode começar com tarefas que podem ser refeitas em minutos, como corrigir e reenviar e-mails, e acabar numa repetição de todo um sub-processo que não apenas consome os esforços de um engenheiro individual, mas de uma equipe inteira. Uma vez que o trabalho de engenharia - especialmente na fase de design - está intimamente ligado à aplicação de softwares, isto também significa o desperdício de recursos de máquinas que outra pessoa poderia utilizar neste momento, mas que agora terá de esperar. Num caso ainda pior, isso pode adiar outros projetos.

- Tempo

Este aspecto está fortemente ligado ao fator precedente. Várias reuniões de equipe, como circuitos de direcionamento e de qualidade, são uma parte integrada de uma tarefa assumida por um indivíduo. Má disciplina na comunicação. Má preparação e procedimentos sem nenhum propósito tornam as reuniões improdutivas e requerem encontros adicionais. Isto obviamente desperdiça o tempo das pessoas. Outro aspecto, por exemplo, se refere ao fato de que as pessoas freqüentemente têm de esperar que os softwares sejam carregados.

- Informação / Conhecimento

Processar e criar novas informações e conhecimento é a principal tarefa no desenvolvimento do produto. Conhecimento perdido, deficiências na qualidade da informação e o compartilhamento escasso devido à administração de conhecimentos e informação menos importantes certamente significa

desperdício. Níveis de informação ou de conhecimento uma vez ganhos durante o processo de desenvolvimento não deve ser perdido novamente. Isto torna-se muito crítico se houver um grande numero de *handoffs*.

- Oportunidade / Potencial

O descuido das pessoas quanto às ferramentas e o potencial tecnológico, que poderia ser usado para melhor alcançar os alvos específicos do projeto com menos esforço e recurso, constitui outro exemplo de desperdício.

- Capital / Investimento

Finalmente, todo o esforço do projeto em respeito a recursos e materiais empregados é calculado em dinheiro. Isto, no entanto, é natural e não significa necessariamente que o dinheiro seja desperdiçado. Em contraste, o dinheiro gasto em testes de equipamento com baixos índices de utilização, em ferramentas e softwares desnecessários e em protótipos baseados em estudos preliminares vagos e poucos confiáveis, e em resultados que poderiam ter sido evitados através de análises mais completas, descreve desperdício neste ponto.

- Motivação

Pessoas motivadas não só se sentem responsáveis por suas respectivas tarefas, mas também pelo rendimento de todo o processo. Além disso, os processos conduzidos por pessoas motivadas exibem níveis muito mais altos de dinâmica e performance do que qualquer teoria de administração de projeto pode oferecer desde que o senso de controle atue automaticamente e independentemente, e não dependa de ordens pré-determinadas. Conseqüentemente, diminuir a motivação das pessoas ou mesmo ignorá-las deve ser considerado desperdiçador para a companhia.

## **PONTO DE PARTIDA: PROBLEMAS NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**

Pensar em desperdício, seja em termos de fabricação ou outras funções organizacionais, sugere que a natureza do desperdício tem a ver com derivações do possível ideal, ou até mesmo com discrepâncias entre o realizado e o planejado. E ao mesmo tempo isto obviamente questiona as razões pelas quais os desperdícios acontecem.

## **HISTÓRICO DOS DIAGRAMAS DE ISHIKAWA**

Também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe (por seu formato) e Diagrama de Ishikawa (Kaoru Ishikawa - quem o criou), foi desenvolvido para representar a relação entre o "efeito" e todas as possíveis "causas" que podem estar contribuindo para este efeito. O efeito ou problema é colocado no lado direito do gráfico e as causas são agrupadas segundo categorias lógicas e listadas à esquerda.

Ele é desenhado para ilustrar claramente as várias causas que afetam um processo por classificação e relação das causas. Para cada efeito existem seguramente, inúmeras categorias de causas. As causas principais podem ser agrupadas sob seis categorias conhecidas como os "6 M": Método, Mão-de-obra, Material, Meio Ambiente, Medida e Máquina. Nas áreas administrativas talvez seja mais apropriado usar os "4P": Políticas, Procedimentos, Pessoal e Planta (arranjo físico). Estas categorias são apenas sugestões, é possível utilizar outras que ressalte ou auxilie as pessoas a pensar criativamente.

É um método comum aplicado no contexto de administração da qualidade com o propósito de analisar sistematicamente as causas de um problema. Primeiramente, eles costumam ser quantitativos, isto é, campos mensuráveis de problemas.

O método é tipicamente executado dentro de uma equipe. A princípio o moderador apresenta à equipe um primeiro esboço bruto estruturado de um diagrama de fluxo caracterizado pelo padrão de uma estrutura esqueleto. Então a cabeça do diagrama especifica o atual problema a ser resolvido, como tempo de produção longo demais, e os "ossos principais" representam colunas de causas. Depois disso, os membros da equipe começam a juntar causas relevantes de problemas, que são colocados no diagramas pelo moderador de acordo com as respectivas colunas.

O grande benefício pode ser visto na estruturação preliminar e, como conseqüência disto, na transparência muito maior de um certo campo de problemas. Assim, este é o primeiro e essencial passo para a análise eficaz do problema. Uma vez que é executado dentro de uma equipe, este método dá ao membros uma 'referência comum' ao se tratar de determinado aspecto. Os nomeadores das colunas já mencionadas como políticas, procedimentos, pessoal e planta, etc. Sugerem uma abordagem padrão para rapidamente identificar as causas-raiz relevantes. Em casos especiais, obviamente, estes nomeadores devem ajustar-se ao problema em particular.

## Procedimento

### Resultados Alvo

No caso em questão, o alvo associado à aplicação deste método é identificar áreas de problemas ou mesmo problemas específicos que diminuem a eficácia dos processos de desenvolvimento. A estrutura do problema esperado deve oferecer mais transparência neste aspecto e um melhor jeito de compreendê-los. Baseado nisto, uma análise de causa-raiz pode ser feita para encontrar fontes maiores de problemas dentro do processo de desenvolvimento do produto.

Conceber e estruturar todos estes problemas de uma maneira razoável requer não apenas manter o foco em aspectos isolados, mas em todos os elementos do sistema nos quais consiste o desenvolvimento do produto.

O diagrama espinha de peixe, que funciona ao coletar e agrupar problemas dentro do desenvolvimento do produto, exhibe três áreas principais, cada uma com colunas diferentes de problemas:

- *Subsistema social*: Liderança, estratégia / objetivos, organização, pessoas, comunicação, aprendizagem organizacional / cultura
- *Subsistema técnico*: Ferramentas e métodos, manuseio / processamento de informação, tecnologia, complexidade
- *Ciclo vital do produto*: Planejamento / estratégia do produto, definição do produto, processo de desenvolvimento, distribuição de produção / vendas, ambiente / mercado, administração de fornecedor.

Em geral, todas as classificações mostradas (nomes das colunas) podem ser entendidas como fatores essenciais que têm de funcionar bem para um desenvolvimento de produto bem sucedido. Com exceção da coluna “ambiente / mercado”, todas podem ser devidamente controladas e dominadas pela companhia e seus empregados. Deficiências em uma delas irá baixar o desempenho de todo o sistema de desenvolvimento do produto. Possíveis motivos associados ou até mesmo as causas que ocorrem frequentemente na prática estão listados abaixo de cada classificação.

## Análise de causa-raiz

### Rede de causa-efeito

Coletar e agrupar as causas de um problema, que particularmente significa baixo desempenho dentro do desenvolvimento do produto, é o primeiro passo para a melhoria. Resolver tais problemas numa visão a longo-prazo, no entanto, sugere ir até as causas raiz (5 Porquês) com o intuito de eliminar as fontes do problema. De fato, muitos problemas são geralmente o resultado de outros problemas básicos mais profundos e, sendo assim, os sintomas dos maiores. Por esta razão, eliminar primeiro os “grandes” irá conseqüentemente reduzir os outros.

É claro que problemas isolados como “comunicação tardia sobre mudanças” são considerados mais graves e “mais posteriores” na cadeia de causa-raiz do que “armazenamento de dados inúteis”. Entretanto, a tentativa de identificar as causas-raiz apenas em pensamento ou mesmo utilizando cadeias de causa-efeito simples parece não ter tanto sucesso devido à grande quantidade de problemas e de inter-relações entre eles. De fato, há muito mais redes de causa-efeito complexas do que cadeias simples fáceis de isolar.

### Análise de causa-efeito

Uma abordagem sistemática para analisar as relações e interdependências entre uma grande quantidade de fatores está no método de análise de causa-efeito. Com base na matriz, a relação de cada um dos elementos ente si será estudado passo a passo. Seguir o procedimento específico leva à classificação de todos os elementos ativos, críticos, passivos e neutros, e a uma recomendação de priorização destes elementos.

## Avaliação

A escolha de primeiro coletar e estruturar problemas ocorrentes dentro dos processos de desenvolvimento, independente do histórico do lean, ofereceu alguns benefício significativos com poucas falhas.

## **Benefícios**

- A classificações estabelecidas oferecem uma boa base e uma boa visão para se compreender e analisar sistemas socio-técnicos
- Visão diferenciada dos problemas: Com relação a problemas como fatores de distúrbios internos ou externos; além disso, podem ser encontradas diferenças entre produtos relacionados - isto é - problemas puramente técnicos como resolução de problemas com a engenharia, e problemas não-técnicos como a postura dos empregados e o compromisso para com suas tarefas;
- A coleta compreensível de possíveis problemas dentro do desenvolvimento do produto demonstra muito potencial de melhoria desde que os problemas sejam sempre vistos como as alavancas para ações corretivas;
- Sensibilização para mais transparência sobre a complexidade do desenvolvimento do produto;
- O diagrama espinha de peixe pode ser usado como um tipo de lista dentro da análise de causa-raiz associada a problemas específicos;
- Entender que o real desperdício deve ter algo a ver com as causas-raiz dos problemas.

## **Falhas**

Também existem algumas falhas associadas a esta abordagem:

- Os resultados não podem ser diretamente usados para investigações mais profundas na questão do desperdício;
- O grande número de problemas impede o manuseio ergonômico e a realização da análise de causa-efeito;
- Desconsideração de problemas isolados.

Baseado na clareza sobre possíveis problemas dentro do desenvolvimento do produto adquirido nesta primeira abordagem, o autor pode agora focalizar na investigação da transferabilidade dos sete tipos lean de desperdício na fabricação para o cubículo e na derivação de um conjunto de condutores de desperdício.

## **CATEGORIAS DE CONDUTORES DE DESPERDÍCIO**

Com base no trabalho das fontes já mencionadas, nas categorias de desperdício e até mesmo os condutores de desperdício identificados na fabricação e nas próprias re-interpretações, um novo conjunto de condutores de desperdício relevantes ao desenvolvimento do produto foi identificado.

Ao observar estas categorias, no entanto, se tem apenas uma idéia de quais aspectos elas contêm, mas nada concreto.

Os tópicos seguintes explanam as categorias individuais dos condutores incluindo suas sub-categorias em detalhes. Cada tópico consiste em duas partes. A primeira discute brevemente a correspondente categoria de desperdício em termos de fabricação. A segunda parte, por sua vez, descreve aspectos adquiridos na re-interpretação desta categoria para o desenvolvimento do produto. Ela é complementada por importantes aspectos adicionais que não foram estudados pela re-interpretação, mas que fazem parte da categoria e devem ser levados em conta.

### **Espera**

O desperdício de tempo com espera é a “diferença entre o tempo total de processamento e o tempo exato requerido para as atividades de criação de valor”. Isto, então, se refere ao período de processamento em que a criação do valor permanece estática e, por assim dizer, o value stream é considerado não-fluente”.

### **Produção**

Em termos de produção é uma condição causada por uma das operações da produção, que pode ser a espera por manutenção ou por peças e materiais das operações anteriores, ferramentas, prontidão do operador, etc. Peças que ficam esperando na fila (em pilhas) por operações posteriores também se enquadram nesta categoria de desperdício.

Um exemplo bastante ilustrativo deste tipo de desperdício é a distinção entre estágios primários e

secundários na linha de montagem. Apenas o primário acrescenta valor ao produto, considerando que o secundário é útil e necessário, mas não acrescenta valor. Por isso, a fim de que se melhore a razão entre as operações que acrescentam valor e as que não, e conseqüentemente a eficiência dos processos, os estágios necessários mas que não acrescentam valor devem ser reduzidos tanto quanto possível, e os estágios que nada acrescentam ao produto devem ser completamente eliminados.

### Desenvolvimento do produto

Já na área de desenvolvimento do produto, o desperdício com espera é considerado como o tempo ocioso devido à informação, mão de obra ou recursos de computação indisponíveis. Para uma melhor compreensão, estão listadas as seguintes situações:

- Pessoas na espera por dados, respostas, especificações, requerimentos, aprovações de resultados de testes, decisões, liberações, eventos de revisão, sinais

Esperar por informações nas suas mais variadas formas é sem dúvida alguma é um dos mais comuns, conhecidos e óbvios tipos de condutores de desperdício que um processo de desenvolvimento de produto pode encontrar.

Os motivos básicos também são diversos, e infalivelmente, indicam alguns dos principais problemas no projeto de desenvolvimento, como deficiências nas ferramentas IT, ou planejamento e execução insuficientes.

Um excelente exemplo neste contexto são medidas e dados de eventos de liberação mal planejados e mal agendados. Dados estáveis geralmente são guardados até sua liberação oficial ao invés de circular imediatamente pelos níveis inferiores da operação, e assim, isto os permite começar ou continuar seu trabalho (MORGAN, 2002).

À medida que avançamos com a discussão sobre os diferentes tipos de desperdício, torna-se logo aparente que os exemplos podem não ser alocados a uma categoria específica de desperdício. Por exemplo, os dois últimos exemplos estão também fortemente ligados a Transporte / Handoffs ou Aprovações excessivas.

- Informação é esperar pessoas

Também neste tipo de espera o desperdício acontece. O risco da espera neste caso é de que a informação criada cedo demais possa já estar obsoleta (Defeitos) pelo tempo em que ela é realmente usada e, assim, pode resultar em trabalho refeito.

Uma das principais razões para que este tipo de desperdício ocorra pode diretamente ser na sincronização insuficiente dos processos (Produção excessiva / Processos dessincronizados). Além do aspecto em questão, a sincronização pode referir-se também ao alinhamento do conteúdo.

- Pessoas na espera por habilidade disponível (humana ou de máquinas)

O ritmo do trabalho das pessoas é interrompido porque a capacidade humana ou de uma máquina não está disponível.

A pessoa A, por exemplo, precisa encontrar a pessoa B para discutir assuntos urgentes, mas a pessoa B não está presente ou não está disponível devido à agenda cheia, ou mesmo férias. A prioridade maior da pessoa A não significa necessariamente ser a prioridade maior da pessoa B neste caso especial, e a agenda cheia de ambos geralmente é o que os impede de achar um horário livre comum para uma reunião.

Da mesma forma, as pessoas podem estar esperando por máquinas como CAD ou algum outro equipamento para testes. Mesmo a espera excessiva por carregamento de programas no seu computador pessoal faz parte desta sub-categoria de desperdício.

Organização insuficiente, velocidade baixa do sistema de informação e falta de recursos de computação em geral (Recursos IT limitados), são uma das causas básicas desta sub-forma de desperdício.

### Transporte / Handoffs

#### Produção

Desperdícios com transporte estão associados ao tempo em que o produto é transportado do ponto A até o ponto B. Durante este tempo, nenhuma transformação física do produto acontece e conseqüentemente nenhum valor é acrescentado também à ele.

Como o transporte é uma das operações básicas para possibilitar o fluxo, não será possível evitar completamente esta operação. Porém, deve-se ter como meta reduzir a movimentação excessiva de peças, materiais e ferramentas entre as operações, entre as instalações de e para o armazenamento. Outra dimensão de desperdício com transporte na produção pode ser considerado como a “quantidade de vezes que o produto é retirado e devolvido”(INTERNET 4).

### Desenvolvimento do produto

Genericamente falando, este tipo de desperdício refere-se não apenas à transmissão ineficiente de informação (papéis onde há arquivos necessários), mas também à movimentação desnecessária de informação (transferência de dados), ou seja, papéis, fax, e-mails, arquivos e dados de computador. Numa analogia à fabricação, a quantidade de handoffs pode ser vista como uma segunda medida desta categoria de desperdício dentro do desenvolvimento do produto. As sub categorias seguintes de desperdício com transporte dará outros detalhes.

- Tráfego excessivo de dados

Mesmo que as novas tecnologias e ferramentas IT ajudassem bastante a reduzir a transferência de dados, novos problemas emergiriam. Um deles é definitivamente a falta de compatibilidade dos diferentes sistemas de software e hardware e também das ferramentas (Recursos IT limitados), que causam muito esforço extra em termos de conversão, re-formatação ou mesmo de re-configuração de dados.

Como estas atividades estão fortemente ligadas à operação de transporte, elas podem ser consideradas como um dos principais causadores de transporte em excesso. Este tráfego excessivo de dados significa não apenas a *transferência dos dados convertidos ou re-formatados em si, mas também todo o esforço da comunicação básica em conseguir que estas coisas sejam feitas.*

- Handoffs

Um *handoff* ocorre quando a *responsabilidade por um produto ou processo se transfere* de uma pessoa ou grupo para outro dentro ou entre departamentos funcionais. Mesmo que algum *handoff* seja necessário e benéfico (MORGAN, 2002), a maioria não é, uma vez que conhecimento e tempo valiosos são perdidos a cada vez que acontece. Outro efeito é – com o aumento do número de *handoffs* – como conseqüência da alta especialização de tarefas.

Um problema parecido ocorre quando um *grupo separado, responsável pela qualidade*, finalmente toma a posse de uma pessoa ou um grupo, tornando assim a responsabilidade ambígua. Para enfrentar este problema, eventos de inspeção adicionais (Aprovações excessivas) são montados no processo, que por sua vez, resulta geralmente em desperdício extra de tempo (MORGAN, 2002). Funções e responsabilidades não-claras agravarão ainda mais este problema.

Outro caso a ser considerado é o fato de que, na prática, a trajetória da informação geralmente não é clara e, desta forma, *a informação é conduzida por muitas pessoas* antes de chegar o usuário correto. Como resultado, a quantidade de *handoffs* antes da etapa de adição de valor pode ser vista como uma medida de desperdício.

O problema com *assinaturas múltiplas de autorização* explicado em detalhes no contexto do desperdício com Espera também se enquadra à categoria de desperdício com transporte. Principalmente papéis para serem assinados são movidos e levados de um nível administrativo ao outro, geralmente sem nenhuma modificação nos resultados do papel nem no valor adicionado.

- Tarefas stop and go / Tarefas de troca

O efeito *stop and go* acontece a cada vez que um engenheiro tem de *reorientar-se a respeito de uma certa tarefa*, e isto é como se organizar (MORGAN, 2002). Quanto mais as tarefas forem interrompidas e quanto mais o tempo passar até elas continuarem, mais tempo será necessário para a organização mental.

- Comunicação ineficaz

Comunicação é um elemento chave em todo projeto e seu desempenho depende fortemente de cada membro da equipe e especialmente de suas habilidades individuais. Comunicação errônea, imprecisa, vinda de terminologias e significados fora de padrão utilizadas



por diferentes departamentos, bem como a falta de comunicação como orientações ineficazes ou discussões inadequadas sobre os objetivos do projeto dentro da equipe, são os principais motivos de *desentendimentos* encontrados na prática (MORGAN, 2002).

As implicações são óbvias: Reuniões improdutivas e, por isso, excessivas. Por um lado, isso desperdiça o tempo dos membros da equipe, gasto em reuniões, e por outro lado, pode resultar em muito trabalho perdido e trabalho refeito. Os desentendimentos, principalmente, causam mudanças adicionais, mas desnecessárias, à engenharia (MORGAN, 2002). Esta sub-categoria de desperdício normalmente está associada à falta de disciplina no sistema, que se refere primeiramente à falta de funções claras, de metas e objetivos claros, e também à má responsabilidade.

## Movimentação

### Produção

Comparado com o desperdício com transporte, este tipo de desperdício não se refere à movimentação desnecessária de materiais ou de ferramentas entre as operações da produção, mas à movimentação desnecessária de funcionários. Mais precisamente, entende-se como qualquer ação ou movimento humano sem valor além do mínimo requerido para cumprir uma determinada tarefa. Os exemplos são muitos por toda parte. A procura excessiva por ferramentas, peças, materiais e esboços, assim como o emprego de força e energia excessivas para as operações.

### Desenvolvimento do produto

O desperdício com movimentação pode primeiramente ser considerado como qualquer movimento humano necessitado por uma falta de acesso direto. Isso também inclui a movimentação do usuário entre ferramentas e sistemas com relação à informação básica. Como seu design constitui a espinha dorsal do desenvolvimento dos projetos, é fácil reconhecer que sua qualidade e desempenho são os fatores de influência essenciais e determinantes neste assunto. O conceito de acesso pode ser considerado de diferentes formas a seguir.

- Falta de acesso direto

As causas disso podem ser vistas basicamente na falta de acesso direto, isto é, (papel) distribuído ou acesso *on-line* (arquivos digitais). Este exemplo inclui também o caso bastante freqüente de que acessar dados da internet somente é possível através de poucos terminais centralizados localizados na biblioteca da empresa, mas não através do próprio local de trabalho.

Um problema parecido, que os engenheiros freqüentemente têm de enfrentar na prática, é a troca necessária de computadores do CAD ao PC ou outro caminho devido à incompatibilidade dos sistemas operacionais (Recurso IT limitados). Tentativas de contornar o problema com softwares adaptados na maioria das vezes consomem uma boa parte da performance do computador. Outra solução prevaiente sugere o uso de dois computadores para dois sistemas diferentes (CAD e PC). Mesmo que esta solução traga algumas boas vantagens como o trabalho independente com cada computador, ainda permanecem dúvidas sobre o ritmo / índice de utilização destes equipamentos.

- Caça de informação

Outro tipo de problema com acesso ocorre quando os dados ou a informação necessária está teoricamente disponível e acessível, mas têm de procurá-las deixando seu local de trabalho e perguntando a outras pessoas, ou buscando através do diretório do projeto em um servidor. A questão de quantas “estações” um engenheiro tem de passar para obter a ajuda para seu problema ou mesmo para obter a informação necessária, está também fortemente associada a este tema.

Os motivos geralmente não são claros e, com isto, as normas não são seguidas corretamente no manuseio e nomeação de arquivos. Do mesmo modo, a falta de trajetórias claras para a informação, de funções claras e de responsabilidades com resultado, esta informação é normalmente passada às pessoas e “lugares” errados. Um outro fator causador desta sub-categoria de desperdício é a falta de processamentos claros para produzir a informação desejada (Produção excessiva / dessincronizada) que também faz com que as pessoas procurem exatamente por esta parte perdida da informação.

- Localizações remotas

A localização distante dos departamentos e instalações, tais como estações de teste, mais do que qualquer outra coisa tem impactos negativos na equipe do projeto ou mesmo no trabalho das pessoas. O primeiro é a perda

direta de tempo utilizado para ir e voltar até o local distante, o segundo é, esta distância atua indiretamente como um tipo de barreira e induz as pessoas a não fazer o trajeto que elas fariam se caso o local fosse mais próximo à sua área de trabalho (INTERNET 4). Como resultado, as equipes espalhadas têm muito mais dificuldades com a coordenação e organização do seu trabalho e com um fluxo eficiente de informações devido a oportunidades de comunicação bem menos espontâneas do que as que as equipes co-localizadas têm. Além disso, a distância inibe a formação de equipes consistentes.

Os motivos para isso podem ser muito diferentes e se estendem desde restrições físicas nos prédios das empresas e estruturas organizacionais obsoletas até pensamentos ou consciência inadequados em termos de criar com sucesso um ambiente favorável ao projeto.

## Processamento excessivo

### Produção

Desperdício com processamento excessivo significa etapas extra de processamento e acabará surgindo - se falarmos de equipamento desproporcional - equipamentos não propriamente em boas condições ou equipamentos não designados para a tarefa em mãos, o que requer tempo e custo excessivos no processo comparados ao uso de ferramentas próprias para aquela tarefa. Do mesmo modo, se um projeto não seguir as normas de design na fabricação, o resultado será etapas adicionais e tempo extra de fabricação, que não são ideais para realização da parte solicitada. O encarecimento desnecessário no produto e precisão além do que o cliente precisa também se enquadram nesta categoria, bem como testes excessivos.

### Desenvolvimento do produto

A definição anterior de desperdício com processamento excessivo na produção estabelece uma boa base para investigações mais profundas desta categoria de desperdício dentro do desenvolvimento do produto. Isto inclui características desnecessárias do produto, detalhes e exatidão de informações desnecessários, transações excessivas, uso inadequado de competências e uso inadequado de ferramentas para alcançar o resultado desejado. Outro ponto neste caso é a condução de aprovações excessivas, que geralmente torna o fluxo de informação muito lento e é um dos motivos para que

ocorram os efeitos Stop and go / Tarefas de troca no desenvolvimento do produto.

#### ▪ Características e processamentos desnecessários

Esta sub-categoria se refere ao nível amplo do desperdício com processamento excessivo e significa apenas que o produto oferece mais características do que o cliente precisa. Sendo assim, os esforços para desenvolver cada característica adicional incluso e todo processamento adicional que isto requer é puro desperdício. Um ótimo exemplo é o desenvolvimento de softwares atuais, quando principalmente a aplicação de “algumas poucas” características, segundo os engenheiros de software, levam apenas alguns minutos a mais para serem efetuadas. No entanto, no processo de teste geral, depuração e outros serviços, estes poucos minutos a mais acabam resultando em mais dias ou semanas.

Os motivos para este tipo de desperdício comum são vários e também podem estar associados aos departamentos superiores, como marketing, no estágio inicial da definição do produto. Uma das principais razões certamente é o problema com requerimentos não analisados ou até mesmo não compreendidos de um produto ou de um processamento. Ainda que haja um grande esforço em coletar dados e estudar requerimentos, muito freqüentemente os dados são acumulados para sua própria segurança, mas a quantidade deles aumenta cada vez mais e permanecem sem serem analisados (MORGAN, 2002). Todo o esforço expandido foi sem sucesso e o verdadeiro propósito desta ação, que é a derivação de requerimentos baseados na análise das necessidades do cliente como uma referência confiável para um desenvolvimento eficiente do produto, acaba falhando. A segunda razão mostra a tendência de transporte de conta do requerimento do último produto trabalhado, mesmo se estes requerimentos não forem identificados pelo mercado ou excluídos pela experiência anterior adquirida. Um terceiro fator ligado a este assunto são os interesses individuais dos participantes do sistema e sua falta de comprometimento para com a com o produto ou a companhia (MORGAN, 2002).

#### ▪ Precisão e detalhes desnecessários

Comparado ao que foi mencionado acima, a sub-categoria em mãos mostra o processamento excessivo no “nível restrito” dos requerimentos. Ainda que eles sejam precisamente definidos pelo mercado, freqüentemente acontece de as características ficarem trabalhadas demasiadamente e exibirem um

acabamento muito mais técnico do que o esperado ou do que o necessário. Na maioria dos casos, isto é causado pela tendência do engenheiro ao perfeccionismo e é agravado pela falta de critério e pela má informação sobre a economia de negócios e sobre o ciclo dos custos.

Mas o aspecto do excesso e suas causas podem não ser considerados apenas em termos de especificações e requerimentos, porque eles são o resultado final do processo de desenvolvimento do produto ao lado de outros dados e instruções. Preferivelmente, eles devem ser discutidos no contexto de todo o ambiente de criação do produto. Mesmo que o processo em si sincronize bem o tempo e o conteúdo (Produção excessiva / dessincronizada), acontece que as informações trocadas terem detalhes e exatidão demais e, nesse caso, oferece mais informações do que o que realmente foi solicitado, principalmente nos estágios iniciais do projeto.

A formatação excessiva de dados ou informação, às vezes solicitada apenas para adequar-se ao “padrão” de alguém, é outro exemplo, que freqüentemente aponta falta de padronização como relatórios de moldes de projetos ou documentação de produtos.

## **CONCEITO PMBOK**

### **INTRODUÇÃO – O PROJECT MANAGMENT INSTITUTE – PMI**

Criado em 1969, o propósito do PMI é prover e divulgar a excelência dentro do campo do gerenciamento de projetos e dos ambientes de profissionais por todo o mundo.

O PMI tem o foco nas necessidades dos profissionais de gerenciamento de projetos. E já há anos considerado como o pioneiro nesta difícil atividade. Seus membros fazem parte de uma comunidade de mais de 130.000 associados, representado em cerca de 135 países, e são provenientes das mais diversas atividades, como a indústria automotiva e aeroespacial, construção, serviços financeiros, tecnologia da informação, administração de negócios, telecomunicações, saúde e farmacêutica.

## **O PMBOK – GUIDE TO THE PROJECT MANAGMENT BODY OF KNOWLEDGE.**

O PMBOK® Guide detalha os princípios e práticas geralmente aceitos e aplicáveis no gerenciamento de projetos. Também fornece um vasto glossário de definições para os mais importantes conceitos e termos. O gerenciamento de projetos é uma profissão relativamente jovem, e enquanto existe consenso sobre o que deve ser feito, não há muita concordância quanto aos termos utilizados. O Guia ajuda a padronizar a linguagem do gerenciamento de projetos, o que por sua vez facilita a comunicação dos aspectos relativos à profissão de forma bastante clara.

O gerenciamento de projetos reúne um conjunto de ferramentas e técnicas aplicadas para descrever, organizar e monitorar o esforço das atividades. Os gerentes de projetos são os responsáveis por administrar os processos do projeto e aplicar tais ferramentas e técnicas para executar as atividades (HELDMAN, 2003).

### **O PROJETO**

Construir uma nave espacial e fazer uma viagem a ao Planeta Marte. Pesquisar a existência de buracos negros ou tentar desvendar o código genético humano. Desenvolver um produto. Testar a hipótese de que o aumento iluminação faz crescer a produtividade. Implantar uma nova estrutura organizacional ou sistema de informação. Pesquisar as origens do Universo, o desaparecimento dos dinossauros ou os limites da divisibilidade da matéria. Apesar de pouca conexão uns com os outros, e de alguns, dependendo do ponto de vista, parecerem disparatados (mas não são), todos esses empreendimentos compartilham duas propriedades. Primeiro, são todos exemplos concretos. Segundo são todos empreendimentos administrados como projetos (MAXIMINIANO, 1997).

O PMBOK classifica também os processos em 9 áreas de conhecimento reunindo as características em comum de cada processo:

1. Gerência da Integração do Projeto – Descreve os processos necessários para garantir que os diversos elementos do projeto sejam coordenados corretamente.
2. Gerência do Escopo do projeto - Descreve os processos necessários para garantir que o projeto esteja incluindo todos trabalhos requeridos, e os trabalhos requeridos, para a conclusão do projeto.
3. Gerência dos Tempos do Projeto – Descreve os processos necessários para

garantir que o projeto seja concluído no tempo planejado.

4. Gerência dos Custos do Projeto – Descreve os processos necessários para garantir que o projeto satisfaça as necessidades desejadas.
5. Gerência da Qualidade do Projeto – Descreve os processos necessários para garantir que o projeto satisfaça as necessidades desejadas.
6. Gerência de Recursos Humanos do Projeto – Descreve os processos necessários para integrar as pessoas envolvidas, liderar, treinar e tratar dos conflitos, entre outras coisas.
7. Gerência das Comunicações do Projeto - Descreve os processos necessários e as habilidades gerais de comunicação, garantindo que as informações do projeto, inclusive os planos, avaliações de risco, anotações feitas em reuniões, sejam reunidas, documentadas e distribuídas para todas as pessoas envolvidas no projeto (*stakeholders*).
8. Gerência de Riscos do Projeto - Descreve os processos preocupados em identificar, analisar e responder com uma ação para os possíveis riscos que possam afetar o projeto, de forma positiva ou negativa.
9. Gerência de Aquisições do Projeto – Abrange os processos relacionados á compra de mercadorias ou serviços em fornecedores externos, contratados e distribuidores.



Figura 5 – Sobreposição de grupos de processos em uma fase do projeto (PMBOK GUIDE).

## CONCLUSÃO

Os temas abordados durante o desenvolvimento deste trabalho foram extremamente proveitosos para o meu aprimoramento nas metodologias utilizadas durante o processo de desenvolvimento do produto, ainda que inúmeras outras metodologias ou técnicas não puderam ser abordadas durante o desenvolvimento deste trabalho, pois a abrangência deste assunto é bastante extensa, metodologias como 6 sigma, TOC (Theory of Constraints), são muito importantes para o processo de desenvolvimento do produto mas as limitações deste trabalho não incluíam estes temas. Entretanto tenho ciência de que estes assuntos não tratados nesta edição devem ser parte integrante da continuação deste trabalho para um curso de doutorado que estude a relação das metodologias e técnicas de desenvolvimento do produto, ou ainda que sirva de referência básica para outros trabalhos.

O desenvolvimento de massa crítica sobre este assunto para as empresas como para as entidades de ensino que fazem a difusão dessas metodologias é vital para que os profissionais de área de desenvolvimento do produto possam competir no mercado mundial.

Os três conceitos abordados no desenvolvimento deste trabalho não se relacionam diretamente, mas foi possível identificar as correlações entre eles, como por exemplo todos iniciam com o foco no cliente, aplicação de práticas de engenharia simultânea e finalizam com a auto-avaliação (PDCA).

No decorrer do trabalho ficaram evidenciadas, as vantagens e desvantagens da aplicação das metodologias. Das vantagens, é bastante evidente que o processo de desenvolvimento do produto faz parte da estratégia de crescimento e ampliação de rentabilidade e mercado das empresas, neste caso específico a indústria automobilística, faz uso dessas metodologias maximizando os lucros e eliminando os desperdícios, também faz parte dessa matriz a redução no tempo de desenvolvimento do produto.

O APQP apresentou como principal meta facilitar a comunicação entre os envolvidos (entradas e saídas de cada fase) para garantir que todas as demandas necessárias ao desenvolvimento sejam atingidas no prazo estipulado, a eficácia esta diretamente ligada ao comprometimento da alta gerência em atingir a necessidade do cliente. Já o Lean Development apresenta-se como uma filosofia que estabelece a integração de ferramentas, técnicas, sistemas, experiência de práticas pessoais, levando as pessoas a terem iniciativa e a se comprometerem com a produção de mudanças. E por fim, o PMBOK consiste na gestão de projetos com foco na aplicação de conhecimentos, técnicas e habilidades de gerenciar atividades para alcançar os requisitos definidos na criação de um novo produto ou serviço, divididos em suas áreas de conhecimento.

Na tabela abaixo são identificados alguns das características de cada metodologia.

APQP	LEAN	PMBOK
Origem EUA	Origem Japão	Origem EUA
Foco cliente	Foco cliente	Foco cliente
Método estruturado	Não identificado	Método estruturado
Aplicação Automotiva	Aplicação diversa	Aplicação diversa
Identifica Risco	Identifica Valor	Identifica Risco
Sem Mudança Cultural	Exige Mudança Cultural	Sem Mudança Cultural
Equipe Multifuncional	Equipe Multifuncional	Equipe Multifuncional
Auto Correção (PDCA)	Auto Correção (PDCA)	Auto Correção (PDCA)

Tabela 5.1 - Correlação APQP x LEAN x PMBOK

Artigo extraído da dissertação de Alexandre Lopes Ferreira, apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Automotiva, sob a orientação do Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo.

## BIBLIOGRAFIA

Abraham, Márcio. (1998). O futuro do desenvolvimento de produtos e da cadeia de fornecimento da indústria automobilística.

Clark, Kim B.(1991) Product development performance : strategy, organization, and management in the world auto industry / Kim B. Clark, Takahiro Fujimoto

Clark, Kim B.(1994) The product development challenge : competing through speed, quality, and creativity / edited with an introduction by Kim B. Clark and Steven C. Wheelwright

Gurgel, Floriano Amaral.(1995). Administração do produto

Heldman Kin. (2003). Gerência de projetos.

Juran, Joseph Moses.(1992). A qualidade desde o projeto : novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços / Joseph Moses Juran ; tradução Nivaldo Montingelli Jr.

Kaminski, Paulo Carlos.(1998). Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade.

Maximiano, Antonio César Amaru. (1997). Administração de projetos.

Morgan, James M.(2002). High performance product development: A systems approach to a lean product development process; Ph.D. Thesis, Industrial and Operations Engineering, University of Michigan.

Nascimento, Paulo Tromboni de Souza. (1996). Desenvolvimento de produto : o foco da administração estratégica da tecnologia na indústria eletrônica brasileira .Tese (Doutorado).

Quaresma, Manuela (2004). O conceito de *Craftsmanship* aplicado ao Design de automóveis.

Salerno, Mario Sergio (2002). A nova configuração da cadeia automotiva brasileira. Pesquisa desenvolvida junto ao BNDES.

Stamatis, D. H. (1998). Advanced quality planning a commonsense guide to AQP and APQP

Severino, Antonio Joaquim.(1996). Metodologia do trabalho científico.

Spear, Steven; Bowen, Kent (1999).Decoding the DNA of the Toyota Production System; Harvard Business Review Article.

Toledo, Nilton Nunes. (1994). Metodologia para o desenvolvimento de produtos para serem fabricados em serie. Tese (Doutorado).

Valeriano, Dalton L. (1998). Gerência em projetos – Pesquisa, desenvolvimento e engenharia.

Volpato, Néri. (2005). Prototipagem rápida, conceitos, tecnologias e aplicações.

Womack, James P.; Jones, Daniel T (1998). Lean Thinking; Touchstone.

Womack, James P.(1992). Máquina que mudou o mundo

## INTERNET

- 1) <http://www.asq.org/>
- 2) <http://www.aiag.org/>
- 3) <http://www.iqa.org.br/website/abre.asp>
- 4) <http://www.lean.org.br> e <http://www.lean.org>
- 5) <http://www.numa.org.br>
- 6) <http://www.pmi.org.br> e <http://www.pmi.org>
- 7) <http://www.prod-dev.com/>
- 8) <http://www.pdinstitute.com/>
- 9) <http://www.qs-9000.org/>