

# **A utilização da análise comparativa veicular como ferramenta para desenvolvimento de novos produtos.**

**Wander Santos**

General Motors do Brasil  
Engenharia de Produtos  
Av. Goiás, 1805, São Caetano do Sul  
wander.santos@gm.com

**Prof. Dr. Marcelo Massarani**

Universidade de São Paulo  
Depto. Engenharia Mecânica - Escola Politécnica  
Av. Prof. Mello Moares, 2231, Cidade Universitária-SP  
massara@usp.br

**Abstract:** This study aims to investigate the product development process and concepts adopted in the main automotive industries. The dissertation explores the comparison between process and tools used by north-american automotive industries and Toyota. The suggested proposals presented at the end of this study is based on the strengths and improvement potentials observed in the assessed company, in concepts studied by different authors and also on the best practices observed in different industries. The objective is to elaborate proposals which contributes with the assessed organization in making decisions related to component design, cost reduction, material application, quality improvements, new technologies, current parts carry-over strategy, impacting in vehicle development time reduction and also in wastes related to resources and activities involved in product development.

**Keywords:** Product Development. Engineering. Comparative Analysis. Benchmarking. Development Process.

**Resumo:** O presente trabalho busca investigar os processos e conceitos utilizados nas principais empresas do segmento automotivo para desenvolver novos produtos. A dissertação explora a comparação entre os processos e ferramentas adotadas por montadoras norte-americanas e a Toyota. As propostas de melhoria apresentadas foram elaboradas com base nos pontos fortes e potenciais de melhoria observados na empresa estudada, além de conceitos defendidos por diferentes autores e as melhores práticas adotadas por diferentes empresas. O objetivo é elaborar propostas que contribuam com a empresa analisadas nas tomadas de decisão referente a projeto de componentes, redução de custos, aplicação de materiais, melhoria de qualidade, novas tecnologias, utilização de peças correntes de produção em novos projetos, refletindo na redução do tempo de lançamento do veículo e na redução do desperdício de recursos e atividades envolvidas no desenvolvimento de produtos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de produtos. Engenharia. Análise comparativa. Benchmarking. Processo de desenvolvimento.

---

<sup>s</sup> Artigo extraído do Trabalho de Conclusão de Curso "A Utilização da Análise Comparativa Veicular como Ferramenta para o Desenvolvimento de Novos Produtos" de Wander Santos, apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva, sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Massarani

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos é, essencialmente, um processo multidisciplinar que envolve competências e responsabilidades que estão geralmente distribuídas em várias áreas funcionais das organizações. Apesar do caráter multidisciplinar, a atuação das áreas funcionais no desenvolvimento de produtos ocorre tradicionalmente de forma sequencial e isolada, onde as atividades de uma área têm início quando as atividades anteriores são concluídas (Clausing, 1994), resultando em ciclos de desenvolvimento excessivamente longos (Prasad, 1996).

Além disso, uma grande quantidade de alterações ocorre muito tardiamente, quando o custo de modificações é mais alto, pois um número maior de decisões que já foram tomadas precisam ser invalidadas (Syan, 1994), isto sem contar os impactos no tempo de execução que podem inviabilizar a data de lançamento de um veículo no mercado, comprometendo a estratégia da empresa.

Casos observados na empresa abordada neste estudo mostram que informações importantes para otimização de um novo veículo eventualmente são desconsideradas em função da falta de conhecimento da proposta pelo grupo envolvido durante o processo de desenvolvimento. A tabela 1 abaixo mostra o aumento do custo médio de uma modificação no produto em função do estágio de desenvolvimento:

Etapas do PDP	Descrição	Custo médio por mudança (USD)
1	Fase de simulação inicial	\$ 1.000 – 4.000
2	Fase de testes, antes da liberação do produto	\$ 20.000
3	Depois da liberação do produto	\$ 100.000

Tabela 1 – Custo das mudanças de engenharia em várias etapas do PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos (VOLPATO, 1999).

Para superar as limitações da abordagem tradicional de desenvolvimento de produtos e reduzir o tempo necessário para lançar novos produtos no mercado, as empresas realizam mudanças organizacionais e de processo, como a adoção dos princípios da engenharia simultânea (Prasad, 1996), a formação de times multifuncionais de desenvolvimento (Clark e Wheelwright, 1993), a estruturação do processo de desenvolvimento contemplando pontos de verificação denominados de *stage gates* (Cooper, 1990) e o emprego de técnicas de projeto como o QFD (*Quality Function Deployment*) (Clark e Wheelwright, 1993). Os novos processos de desenvolvimento são apoiados por ferramentas computacionais de engenharia e sistemas PLM (*Product Lifecycle Management*) que gerenciam os dados do produto ao longo do ciclo de vida (Saaksvuori e Immonen, 2004).

Outra ferramenta utilizada por empresas de diversos setores é a aplicação da análise comparativa, que permite explorar diferentes soluções visando um problema comum. Através da aplicação da análise comparativa é possível estabelecer o *benchmarking*, definido por Spendolini (1992) como “[...] um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”.

Várias empresas utilizam a engenharia simultânea, análise comparativa, times multifuncionais de projeto e definem cronogramas de desenvolvimento de produtos com alto grau de paralelismo entre as atividades, mas nem sempre atingem a requerida comunicação intensa e o alto grau de compartilhamento de informações entre as pessoas envolvidas, vitais para a solução dos problemas e para a seleção de alternativas de projeto de componentes. Ou seja, criar um time com membros de várias áreas funcionais é mais fácil do que atingir realmente um foco multifuncional na empresa (Karlsson e Ahlström, 1996).

Este estudo abrange as formas com os quais as informações levantadas durante a análise comparativa entre os componentes de um veículo podem ser melhor utilizadas durante o processo de desenvolvimento de produtos na indústria automotiva.

O objetivo é buscar formas de aumentar a qualidade e o grau de utilização das informações geradas durante o processo de análise comparativa veicular no desenvolvimento de novos produtos, através do melhor aproveitamento de recursos utilizados na execução da análise veicular e do aumento do potencial de geração e divulgação das propostas de melhoria do produto.

O resultado esperado é auxiliar a organização em estudo no sentido de aumentar a qualidade e utilização das informações durante as fases iniciais de desenvolvimento de novos produtos, contribuindo para a melhoria contínua do departamento e das pessoas envolvidas no processo.

Buscou-se elaborar propostas que utilizem atividades já realizadas, visando principalmente formas de motivem a integração e comunicação entre os departamentos e pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento de novos produtos.

## 1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ATUAL

O departamento de Engenharia do Valor & *Teardown* da empresa abordada neste estudo têm a responsabilidade de avaliar produtos da concorrência propondo soluções e suportando a organização nos trabalhos referentes ao levantamento de *benchmarking*. Dentre as atividades realizadas destacam-se a avaliação de veículos próprios e da concorrência (montados e não-desmontados), realização de reuniões técnicas referentes a sistemas veiculares e participação de salões do automóvel (nacionais e internacionais). Todas as atividades resultam em relatórios eletrônicos que são disponibilizados no site corporativo possibilitando a consulta de pessoas localizadas em regiões fora do Brasil. Entre os principais pontos fortes do processo, destacam-se:

- ✓ O sistema de avaliação atual propicia um conhecimento de todo o veículo através das desmontagens e avaliações efetuadas nos mesmos, melhorando o entendimento do funcionamento dos componentes, suas relações com o sistema em que está inserido e entre os demais sistemas que compõem o veículo;
- ✓ A análise dos veículos, sistemas e componentes através da comparação auxilia no entendimento das diversas alternativas para o cumprimento de uma função em comum, bem como na elaboração de propostas através da interação de duas ou mais idéias provenientes do processo de comparação;
- ✓ A criação de centros de desenvolvimento global aumenta o grau de liberdade na criação de novos conceitos, aplicação de novas tecnologias e novos materiais;
- ✓ O relatório elaborado após a análise do veículo propicia uma visão geral do mesmo permitindo um entendimento dos sistemas e suas correlações. Além disto, é possível analisar a tendência utilizada por uma determinada marca e dos conceitos do país de origem, como por exemplo, analisar como são os veículos produzidos por um determinado fabricante ou estudar a correlação de produtos de fabricantes de um mesmo país ou região;
- ✓ A distribuição eletrônica dos relatórios permite acesso à informação para toda a corporação, incluindo desde diretores da empresa até pessoas que estejam diretamente ligadas ao produto, tais como Planejamento de Produtos, Engenharia, Manufatura, Vendas, Marketing, Qualidade, entre outros, sendo utilizado como ferramenta de suporte para tomadas de decisão;

Apesar dos bons resultados reconhecidos através da pesquisa de satisfação dos clientes internos, foram identificados os seguintes potenciais de melhoria em relação ao processo atual:

- ✓ As análises de componentes e sistemas são realizadas em função do segmento ao invés de analisar a função. Ao avaliar um veículo concorrente do segmento “popular”, as observações são direcionadas para os veículos pertinentes a este segmento, assim não é analisado o conceito da engenharia do valor (função) e sim sua possibilidade de aplicação nos veículos da mesma categoria;

- ✓ O foco das propostas é a redução de custos. Oportunidades que refletem melhoria de qualidade, desempenho, redução de peso, tecnologia, etc. perdem prioridade de avaliação e implementação;
- ✓ A grande maioria das propostas são aplicadas no produto corrente (atual de produção). O desenvolvimento de novos produtos utiliza os recursos e informações da Engenharia do Valor e *Teardown* nas fases em que o programa permite apenas pequenas modificações;
- ✓ A estratégia de utilização de peças correntes de produção em novos projetos nem sempre considera a possibilidade de desenvolver um novo componente e utilizá-lo em um produto corrente;
- ✓ As informações geradas não são totalmente padronizadas, possibilitando analisar diferentes veículos em diversas formas. Consequentemente os resultados não poderão ser comparados em um futuro próximo, uma vez que dois veículos iguais, analisados em tempos distintos, podem gerar relatórios diferentes;
- ✓ As informações geradas são disponibilizadas em relatórios classificados por veículo e contemplam em torno de 200 páginas. Desta forma, clientes internos que necessitam acessar informações mais focadas como, por exemplo, soluções que impactam em melhoria de qualidade no sistema de arrefecimento, deverão acessar o relatório de cada veículo, buscando e interpretando as informações neles contidas;
- ✓ A análise do componente de forma isolada ao invés da análise do conjunto ou sistema completo (por exemplo o sistema de arrefecimento), dificulta a aplicação de soluções inovadoras para o veículo em análise. Esta forma de trabalho também prejudica a visão da possibilidade de aplicação das observações para veículos de outras categorias;
- ✓ Análises e relatórios referentes ao veículo desmontado, que foram gerados por outros departamentos e poderiam enriquecer o relatório de desmontagem, eventualmente deixam de ser utilizados;
- ✓ O critério de aprovação ou rejeição de propostas é muitas vezes baseado em fatores subjetivos;
- ✓ Baixa participação das pessoas no processo de elaboração de propostas;
- ✓ Os veículos analisados no CP (Campo de Provas) e Engenharia experimental não seguem um procedimento padronizado e detalhado. Alguns pontos são mensurados e analisados por mais de um grupo, gerando duplicidade de trabalho;
- ✓ Propostas que apresentam redução de custo por peça mas requerem alto investimento são inviabilizadas em função de apresentarem longo tempo de retorno. Neste caso, o ideal seria aproveitar estas propostas em novos projetos, uma vez que o investimento em novos ferramentais será necessário em componentes que requeiram novo design. Não há, porém, um processo robusto de consulta a propostas durante o desenvolvimento de novos projetos, perdendo-se a oportunidade de implementação de componentes e sistemas otimizados;
- ✓ Apesar dos relatórios de desmontagem apresentarem um conteúdo extenso (aproximadamente 200 páginas), dificilmente o mesmo atenderá uma necessidade mais focada, como por exemplo as dimensões de um componente. Isto gera a necessidade do cliente interno solicitar um trabalho paralelo para obtenção da informação desejada. Isto ocorre em função do relatório ser primeiramente elaborado sem a requisição focada do cliente interno, gerando informações que não serão utilizadas, e deixando de obter informações que seriam úteis para aplicação durante o desenvolvimento do produto.

## 2 PROPOSTAS DE MELHORIA

### 2.1 PROCESSO DE REVISÃO TÉCNICA DO PROJETO

A revisão técnica do projeto consiste em realizar uma revisão detalhada dos sistemas e/ou componentes a serem analisados. Para isto, é formado um grupo multifuncional com grande experiência no item analisado. O objetivo é levantar propostas de melhoria no produto através da prática do *Brainstorming*.

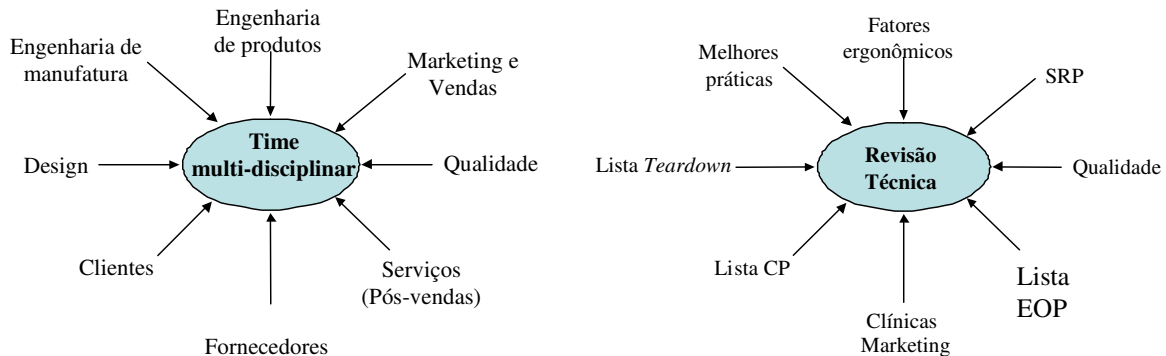


Figura 1 – Time multidisciplinar e ferramentas utilizadas no processo de revisão técnica

A proposta é estabelecer um processo que envolva a participação mais efetiva dos grupos que realizam atividades referentes à análise da concorrência durante o processo de revisão técnica do projeto. As ferramentas úteis para discussão de propostas de modificação do produto são:

- ✓ Lista de propostas do *Teardown*

A lista de propostas é rapidamente obtida através de consulta ao banco de cadastramento de peças, e possibilita, inclusive, a aquisição de propostas com funções específicas. Como exemplo, é possível obter propostas referentes à redução de massa do sistema de transmissão do veículo.

- ✓ Sistema *benchmarking* levantado pela pesquisa de Qualidade

Através da pesquisa de qualidade é possível identificar, por exemplo, qual é o concorrente que apresenta o menor índice de reclamação referente a desempenho do sistema de ar-condicionado. Com base nesta informação e com as peças disponíveis para avaliação é possível projetar um sistema de baixo custo, bom desempenho e bom índice de qualidade.

- ✓ Lista de itens levantados no CP

Os resultados referentes à análise de ruídos e vibrações durante atividades dinâmicas realizadas no CP são lançados em um banco de dados para posteriormente serem utilizadas durante o desenvolvimento de produtos. A idéia é agregar estas informações aos relatórios dos veículos que são desmontados, permitindo-se uma análise experimental e conceitual do veículo em estudo.

- ✓ Lista de propostas do banco de dados da EOP (Engenharia de Otimização do Produto) como classificadas como “PROJETO”

Algumas propostas que apresentam redução de custos tornam-se enviáveis para o produto corrente em função do alto investimento necessário. Estas propostas podem ser novamente consultadas para aplicação em novos projetos, tendo em vista a necessidade de construção de novos ferramentais e/ou validação de componentes que ocorrerão independentemente da implementação da proposta.

- ✓ Itens levantados em clínicas de marketing

Todos os projetos são submetidos a clínicas com clientes, que visam identificar as necessidades que os clientes esperam que sejam atendidas pelos novos produtos, pontos fortes e fracos do concorrente no segmento e também as novas tendências do mercado;

- ✓ SRP (Sistema de acompanhamento e Resolução de Problemas)

Banco de dados que contempla os problemas de qualidade encontrados nos produtos correntes e piloto, bem como o estágio da solução em que o problema se encontra. A consulta a este banco de dados é importante no sentido de evitar que um problema ocorrido no passado possa ocorrer novamente.

- ✓ Fatores ergonômicos

Neste tópico são discutidos fatores que influenciam diretamente na ergonomia dos passageiros do veículo, manuseio dos equipamentos, ângulos de visão, conforto, disposição das células de manufatura, entre outros.

- ✓ Melhores práticas

Através da *Intranet* é possível consultar, a nível corporativo, as melhores práticas referentes a um determinado componente ou sistema. Este banco de dados é uma importante ferramenta de auxílio às pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento de novos produtos.

## **2.2 DESMEMBRAMENTO DOS RELATÓRIOS POR SCCV**

A montadora abordada neste estudo utiliza o SCCV, critério de classificação de acordo com a função do componente dentro do sistema, visando facilitar a divisão dos grupos de trabalho que atuam no desenvolvimento de produtos. Atualmente os relatórios de desmontagem contemplam informações em função do veículo completo. Desta forma, quando se busca, por exemplo, obter informações referentes a bancos traseiros, é necessário acessar o relatório de cada veículo.

A proposta é elaborar a versão dos relatórios de desmontagem em função do sistema analisado conforme os critérios de classificação do SCCV, sendo posteriormente disponibilizados na *Intranet* através do site corporativo, atualmente utilizado pelas pessoas envolvidas no desenvolvimento de produtos.

A vantagem desta forma de disposição de informações é a possibilidade de consultas em função do SCCV, ou seja, diretamente através do sistema em desenvolvimento. Com base no exemplo citado anteriormente, a pessoa que buscar informações referentes a bancos traseiros encontrará, em um único local, informações referentes a diversos veículos analisados, permitindo inclusive a adição de comentários referentes à proposta apresentada. O exemplo mostrado na figura 2 mostra a sequência das telas propostas para consulta de dados, originalmente na língua inglesa em função da disposição dos dados no ambiente corporativo:

**BENCHMARKING RESEARCH SYSTEM**

Choose the SCCV and then click on search button:

Powertrain [dropdown]

Powertrain generation [dropdown]

Engine [dropdown]

Valvetrain and cam drive [dropdown]

Rocker arm [dropdown]

Search

Figura 2 – Tela de seleção do SCCV

Search	SCCV	Component or system	Description	Impacted areas	Veiculo	Data de inclusão
➡	10.01.01.03.08	Rocker arm	Roller finger concept	Durability & Reliability Cost	- Veiculo A	10/26/2003
➡	10.01.01.03.08	Rocker arm	Assembly positioning	Manufacturing	+ Veiculo B	8/15/2005
➡	10.01.01.03.08	Rocker arm	Raw materials and machining process	Cost Design	+ Veiculo C	9/20/2006
➡	10.01.01.03.08	Rocker arm	Lubrication channels	Durability & Reliability Cost Weight	+ - + Veiculo D	12/15/2006

Figura 3 – Tela dos resultados disponíveis

**BENCHMARKING RESEARCH SYSTEM**

**Powertrain**  
Item : Camshaft follower

Vehicle A

Vehicle B

Roller finger

Finger

The vehicle A has the engine valves actuated by roller finger followers, an expensive solution with some benefits as less noise, less vibration and less friction.

Impacted areas:  
Durability / Reliability +  
Cost -

Feedback & Comments: [input field] [Send]

Figura 4 – Tela da proposta pesquisada e envio dos comentários



O procedimento para consultas consiste em selecionar o SCCV desejado (ver figura 5), possibilitando a consulta até o sub-nível 5 do SCCV, que contempla cerca de 90% dos sistemas. É possível também solicitar a pesquisa a partir no nível 1, por exemplo “Chassis”, e clicar no botão “Search” para pesquisar todos os itens relacionados a este sistema. Em seguida todas as informações referentes ao sistema pesquisado são mostradas conforme figura 6, sendo então necessário selecionar a informação desejada de acordo com o veículo, descrição ou data de liberação no sistema. O resultado é mostrado, conforme apresentado na figura 7, possibilitando a obtenção da informação detalhada com fotos, áreas afetadas e disposição do campo de comentário, que possibilita obter os pontos positivos e negativos referentes à proposta apresentada.

## 2.3 DIVISÃO DO GRUPO POR SCCV

Atualmente o departamento da Engenharia do Valor & Teardown é dividido em função das atividades, conforme mostra a figura 5:

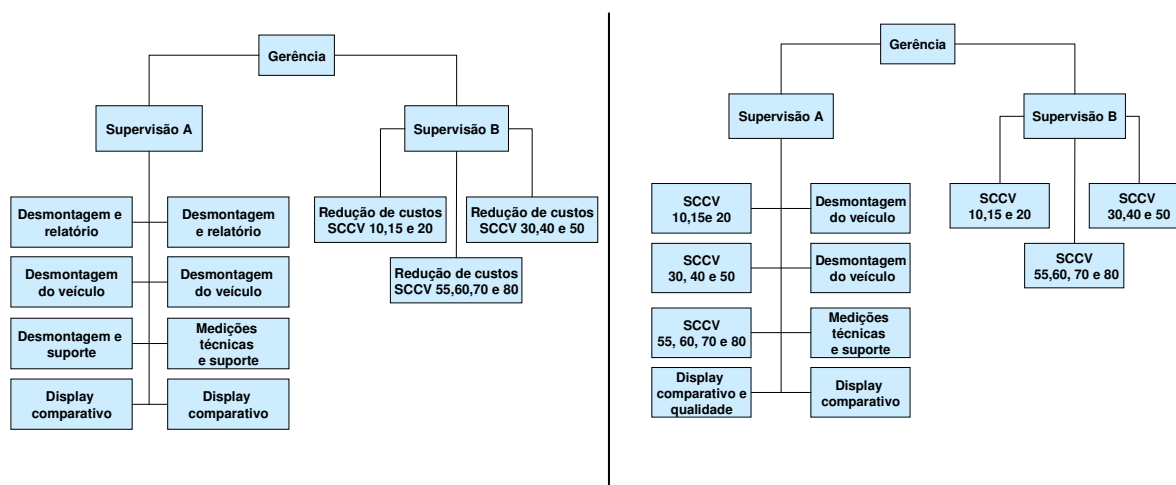


Figura 5 – Organograma atual e organograma proposto

Com base na divisão atual das atividades, as pessoas envolvidas com a análise dos veículos desmontados acompanham o veículo como um todo, dificultando uma análise mais detalhada em função do curto prazo para execução dos trabalhos. A proposta é dividir o grupo de acordo com o SCCV em análise, proporcionando o desenvolvimento de especialistas através da obtenção do foco em sistemas específicos, aumentando o potencial de contribuição dos trabalhos em um nível mais profundo. Este especialista será designado por participar de fóruns de discussão, incluindo-se as revisões técnicas de projeto, referente ao sistema por ela estudado.

## 2.3 PLANEJAMENTO DA ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Com base nas práticas adotadas por outras montadoras e na experiência profissional, os tópicos abrangidos nos relatórios devem ser planejados de forma a melhor atender as necessidades dos clientes internos. Uma das formas utilizadas para este objetivo é obter uma participação mais efetiva dos times envolvidos no desenvolvimento de novos produtos durante o processo de desmontagem dos veículos, visando identificar os pontos que devem ser detalhados no relatório final. O plano de implementação consiste em aumentar a participação do time multidisciplinar durante o processo de desmontagem, e elaborar uma lista de verificação para análise dos componentes e sistemas veiculares. A figura 6 mostra uma proposta de itens que devem ser verificados durante a análise do porta-luvas de um veículo:

Item	Sim	Não	Comentários
Volume interno			
Sistema de fixação no painel de instrumentos			
Material utilizado			
Possui iluminação ?			
Há sistema de travamento da tampa ?			
Número e localização dos batentes			
Sistema de amortecimento na abertura da tampa			
Há reclamações de qualidade ?			
Há informações do CP ?			
Parafusos são aparentes ?			
Conceito da dobradiça			
Possui compartimentos internos ?			
Possui comunicação com sistema de ar-condicionado ?			
Há algum componente agregado ? (Porta-canetas, porta moedas, tomada de força, etc...)			
Aparência			
Comentários adicionais:			

Figura 6 – Lista de verificação do porta-luvas de um veículo

## 3 CONCLUSÕES

De forma geral, em comparação com empresas norte-americanas, nota-se que a Toyota atinge os resultados mostrados no início deste trabalho sem a necessidade de criar algo revolucionário. A chave do sucesso da Toyota é aplicar, na prática, as teorias defendidas por diversos autores e difundidas globalmente. Conceitos como Engenharia Simultânea, Trabalho em Equipe, Melhoria Contínua, entre outros, são adotados basicamente por todos os concorrentes da Toyota. A diferença é explicada pela forma e disciplina com o qual estes conceitos são realmente utilizados.

No caso da montadora abordada neste estudo, nota-se que pequenas mudanças podem impactar em grandes melhorias em termos de processo de desenvolvimento de produtos, pois grande parte das atividades necessárias para este fim já são realizadas. De forma resumida, o obstáculo é a falta de integração destas atividades. Os diversos departamentos envolvidos no desenvolvimento de novos projetos trabalham de forma isolada e independente, visando atender metas departamentais que nem sempre atingem o melhor resultado para a corporação.

Por outro lado, o processo de desenvolvimento de produtos passa atualmente por uma fase de mudanças visando, entre outras adequações, a integração das atividades e informações levantadas pela Engenharia do Valor & *Teardown*. Esta fase representa uma excelente oportunidade para a implementação de melhorias, tanto nos processos internos do departamento, como também no Processo de Desenvolvimento de Produtos.

## REFERÊNCIAS

1. CONSONI, F. L. CARVALHO, Ruy de Quadros; Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira : Perspectivas e obstáculos para capacitação local. ARTIGO, 2002.
2. MACARRÃO, L. J. Importância do uso de mock-ups e de técnicas de prototipagem e ferramental rápido no processo de desenvolvimento de produto na indústria automotiva - São Paulo, 2004.
3. MIORI, M. Análise de veículos automotores através da aplicação das técnicas da metodologia do valor. Dissertação de Mestrado em Engenharia Automotiva apresentada à Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
4. MORGAN, J. M. *High Performance Product Development: A systems approach to a lean product development process*. Dissertação de Doutorado apresentada na universidade de Michigan (Estados Unidos da América), 2002.
5. TENNANT, C.; ROBERTS, P. *A faster way to create better quality products*. Artigo publicado no *International Journal of Project Management*, 1999.
6. TONIOLLI, J. N. A integração entre o processo de desenvolvimento de produto e o gerenciamento da cadeia de suprimentos e a relação com o papel desempenhado pelo engenheiro do produto. Dissertação de Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
7. VALERI, S. G. Estudo do processo de revisão de fases no processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria automotiva. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção apresentada à escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2000.
8. VERMA, D. *Automotive Product Design and Development – the Current State and looking into the Future* – Artigo apresentado no congresso SAE 2006 Detroit, Michigan.
9. ZANCUL, E. S.; MARX, R.; METZKER, A. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: A aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. ARTIGO, 2005.