

# **AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DOS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA DO SUL FLUMINENSE COM BASE NOS CRITÉRIOS DO CMMI**

**HEITOR LUIZ MURAT DE MEIRELLES QUINTELLA, DSc**  
Universidade Federal Fluminense

**HENRIQUE MARTINS ROCHA**  
Universidade Federal Fluminense

**WLADMIR MOTTA**  
Universidade Federal Fluminense

*Os autores agradecem aos comentários e críticas dos revisores que contribuíram para a melhoria do texto*

## **RESUMO**

Este estudo busca avaliar o nível de maturidade das organizações em seus processos de desenvolvimento de produtos, tendo como base os critérios de avaliação do CMMI (Capability Maturity Model Integration). O referencial teórico utilizado é o modelo de maturidade de capacidade para desenvolvimento integrado de produtos e processos do SEI (Software Engineering Institute), da Carnegie Mellon University. Partindo da literatura existente sobre o assunto e de pesquisa e questionários em duas montadoras instaladas na região Sul Fluminense do país, identificou-se a existência de um processo de desenvolvimento de produtos, o qual é planejado, executado, medido e controlado e as práticas existentes são mantidas, mesmo nos momentos de crise, podendo repetir a experiência para novos projetos. Palavras-chave: Veículos automotivos, desenvolvimento de produtos, CMMI

## **ABSTRACT**

This research is intended to measure the capability maturity level for product development has been measured for each organization, based on the CMMI (Capability Maturity Model Integration) evaluation criteria. The theoretical referential used in this research was the capability maturity model for integrated product and process development from SEI (Software Engineering Institute – Carnegie Mellon University). Having the existing literature about the subject and a research and questionnaire applied in two automaker plants in the Southern State of Rio de Janeiro, Brazil, as start points for this study, it has been identified a product development process, which is planned, executed, measured, and controlled. Also, it has been identified that the existing practices are used, even in critical situation, and can be replicated into new projects.

Key-words: Automotive vehicles, product development, CMMI.

## **1 INTRODUÇÃO**

O automóvel, produto que marcou o século XX como uma das expressões mais claras dos avanços tecnológicos, foi vetor de inovação e de difusão de novas tecnologias de produtos e de processos. Essas mudanças incluem novos materiais e soluções de engenharia, implicando em alterações nas estruturas de custos dos produtos e novas demandas para os fornecedores da cadeia automotiva. Conforme Alvarez, Proença e Andérez (2002), a fabricação automotiva foi responsável pela evolução dos sistemas de produção: as formas pelas quais se organizaram a produção e o trabalho humano passam necessariamente pelo eixo central do desenvolvimento dessa indústria, desde a introdução por Henry Ford das esteiras rolantes e postos de trabalho, com tarefas, partes e ferramentas repetitivas, dando início à produção em série (Quintella, 2000), passando pela produção enxuta e *just in time* da Toyota (CORREA, 2004).

A cada ano, cerca de 60 milhões de veículos são produzidos no mundo (OICA, 2004), consumindo para isso mais de um trilhão de dólares e empregando cerca de quatro milhões de trabalhadores de produção direta e cerca de 16 milhões envolvidos em autopeças, vendas e serviços em todo o mundo (ARBIX & VEIGA, 2003). Responsável por cerca de 10% do PIB Industrial do Brasil (ANFAVEA, 2004), esta indústria coloca o país como o 12º maior produtor de veículos do mundo e, ainda que com a ociosidade atual de quase 40%, 1,3 milhão de empregos são gerados em toda a cadeia produtiva, em 200.000 empresas que atuam no setor – de montadoras a lojas de autopeças (CORREA, 2004).

### 1.1. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A vantagem competitiva de uma empresa na economia globalizada está diretamente relacionada com sua capacidade de introduzir novos produtos no mercado e que estes produtos venham a atrair a atenção dos clientes, os quais remuneram os investimentos feitos pela empresa. Uma das dificuldades encontradas pelas organizações nesse cenário é o gerenciamento integrado do processo de desenvolvimento destes produtos, que devem ser tecnologicamente atualizados, com características de desempenho, custo e distribuição condizentes com o atual nível de exigência dos consumidores (MUNDIM et al, 2002). Baxter (2003) definiu regras básicas para o projeto sistemático:

- ♣ Estabelecimento de metas claras, concisas, específicas e verificáveis para o desenvolvimento de novos produtos;

- ♣ Acompanhamento do processo de geração do produto, comparando com as metas estabelecidas;
- ♣ Eliminação do produto que não esteja sendo desenvolvido no caminho adequado;
- ♣ Geração de muitas idéias, para que possa ser escolhida a melhor.

Norton & Kaplan (1997) defendem a idéia de que no desenvolvimento de produtos, é preferível que um novo produto ou a extensão de um produto antigo represente uma melhoria radical das opções atuais, que capturem novos clientes e mercados, e não se limitem a substituir as vendas dos produtos existentes. Tal conceito complementa a afirmação de Baxter (2003) de que “deve-se estabelecer um compromisso entre os fatores que adicionam valor ao produto e aqueles que provocam aumento de custo”.

## 1.2. FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA E QUESTÃO DA PESQUISA.

Na falta de um processo de desenvolvimento de produtos que abranja toda a organização, a repetição dos resultados depende inteiramente de se ter algumas pessoas disponíveis para o próximo projeto, o que não provê bases para a melhoria da produtividade, qualidade e competitividade da organização por um longo período. Melhoramentos contínuos só podem ocorrer através de esforços focados e sustentados na direção da construção de uma infra-estrutura de processo de efetivo desenvolvimento de produtos e práticas de gestão.

Desta forma, faz-se necessário identificar o grau de maturidade dos processos de desenvolvimento de produtos no que tange a sua capacidade de serem definidos, utilizados, gerenciados, repetido, que os resultados destes processos sejam previsíveis e possam ser continuamente melhorados, que é o objetivo deste estudo, por meio da seguinte questão:

**Qual o nível de qualidade dos métodos de desenvolvimento dos produtos utilizados?**

## 1.3. PREMISAS

Para a realização da pesquisa foi adotada a premissa de que a metodologia do CMMI é válida para mensuração do nível de maturidade do processo de desenvolvimento de produtos das organizações. Tal metodologia, derivada dos níveis de maturidade para desenvolvimento de software, permite a avaliação no nível da maturidade de capacidade de processos e desenvolvimento de produtos pelas organizações.

#### 1.4. HIPÓTESES E/OU QUESTÕES

**Hipótese I** - Em busca do posicionamento estratégico e manutenção de sua competitividade, as empresas da indústria automotiva mantêm um método estruturado para desenvolvimento de produtos, o qual tem a potencialidade de garantir a aceitação dos consumidores e o fluxo financeiro advindo do sucesso comercial dos produtos.

##### Questões-chave:

- 1) processo de desenvolvimento de produto é planejado, executado, medido e controlado e as práticas existentes são mantidas, mesmo nos momentos de crise, podendo repetir a experiência para novos projetos? (Nível 2 do CMMI);
- 2) A organização possui um processo de desenvolvimento de produtos bem caracterizado e compreendido, sendo descrito na forma de padrões, procedimentos, ferramentas e métodos, com objetivos baseados nestes e utilizado em todos os projetos de desenvolvimento de produtos? (Nível 3 do CMMI);
- 3) O processo de desenvolvimento de produtos da organização, já padronizado, é medido e opera dentro dos limites estabelecidos? (nível 4 do CMMI); e
- 4) A organização trabalha com inovação do processo de desenvolvimento de produtos, identificando as oportunidades de aperfeiçoamento, fortalecendo o processo de maneira pró-ativa e objetivando a prevenção de falhas? (Nível 5 do CMMI).

As organizações que não se enquadrem em nenhum dos níveis indicados (2 a 5), serão consideradas como pertencentes ao nível 1 (inicial) quanto ao nível de maturidade de seu processo de desenvolvimento de produtos. O quadro de amarração lógica das questões e suas justificativas pode ser observado no Apêndice A.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### 2.1. CMMI - CONCEITO INICIAL

A Integração dos Modelos de Maturidade de Capabilidade (CMMI) surgiu como um prolongamento do sucesso do CMM (Modelo de Maturidade de Capabilidade para Software):

a estrutura de maturidade de processo de software ordena estágios, de forma que a melhoria em cada estágio fornece as fundações para construção das melhorias a serem empreendidas no próximo estágio e guia os avanços e identifica deficiências na organização, sem pretender fornecer soluções rápidas para projetos em dificuldades. Focando em um conjunto limitado de atividades e trabalhando agressivamente para concluí-las com êxito, a organização pode melhorar o processo de software na organização toda, para possibilitar ganhos contínuos e duradouros.

Com base no sucesso do CMM de software, outros CMMs foram criados, procurando cobrir outras áreas de interesse, o que gerou problemas quanto ao uso de diferentes terminologias e padrões, conforme Sortille (2003). O projeto do CMMI foi desenvolvido para preservar os investimentos governamentais e da indústria em melhoria de processos e para substituir e melhorar os múltiplos modelos de CMM, além de facilitar o uso de tecnologia CMM em diversas disciplinas, pelo uso de terminologias, componentes, métodos de avaliação e material de treinamento comuns (SEI, 2004).

## 2.2. COMPONENTES E ESTRUTURA DO MODELO

O CMMI contém quatro áreas de conhecimento (disciplinas) em seu modelo: Engenharia de Sistemas (CMMI-SE), Engenharia de Software (CMMI-SW), Fontejamento de Fornecedores (CMMI-SS) e Desenvolvimento Integrado de Produto e Processo (CMMI-IPPD). O IPPD, utilizado neste estudo, é uma abordagem sistemática que permite a colaboração ao longo do tempo das partes envolvidas (*stakeholders*) por toda a vida do produto, de forma a melhor satisfazer as necessidades, expectativas e requerimentos dos clientes, sendo seus processos integrados com os outros processos na organização (SEI, 2004).

O CMMI fornece uma estrutura para organizar etapas evolutivas em cinco níveis de maturidade, que colocam fundamentos sucessivos para a contínua melhoria do processo, organizando as áreas de processos. Estas, por sua vez, contém metas gerais e específicas, bem como práticas também genéricas e específicas.

Nível de maturidade é um estágio evolutivo bem definido em direção à melhoria de processo. Cada nível de maturidade fornece uma camada de fundamentos para a melhoria contínua do processo, provendo a forma de predizer a performance futura da organização em uma disciplina (ou conjunto de disciplinas), visto que cada nível compreende um conjunto de

objetivos de processos que, quando satisfeitos, estabilizam componentes importantes de processo, resultando em um crescimento na capacidade do processo da organização. Os níveis de maturidade são designados por números, de 1 a 5:

**Nível de Maturidade 1: Inicial** - a organização tipicamente não fornece um ambiente estável para desenvolvimento de processos. Quando uma organização não dispõe de práticas de gestão bem estabelecidas, os benefícios das boas práticas de desenvolvimento de produtos são minados pelo planejamento ineficiente e por sistemas onde os compromissos são sempre reativos, ou seja, uma reação a algum acontecimento não planejado.

**Nível de Maturidade 2: Gerenciado** - todos os projetos da organização asseguram que os requerimentos, produtos e serviços são gerenciados e que os processos são planejados, executados, medidos e controlados. O status dos produtos e serviços são visíveis para a gerência em pontos específicos (*milestones*). A disciplina de processo ajuda a assegurar que as práticas existentes são mantidas durante os momentos de crise, com os projetos executados e gerenciados conforme os planos documentados. Compromissos são estabelecidos entre as partes interessadas (*stakeholders*) conforme a necessidade, sendo os produtos revistos por estes, para validação do atendimento de seus requerimentos, padrões e objetivos.

**Nível de Maturidade 3: Definido** - os processos são bem caracterizados e compreendidos, sendo descritos conforme padrões, procedimentos, ferramentas e métodos. Os processos padrão de desenvolvimento e manutenção em toda a organização são documentados, incluindo padrões de gestão, sendo que esses processos são integrados em um todo coerente. O conjunto de processos padrão, utilizados para estabelecer consistência ao longo de toda a organização, são estabelecidos e melhorados ao longo do tempo. A gerência da organização estabelece objetivos de processo baseados neste conjunto de processos padrão e assegura-se que esses objetivos são seguidos de forma apropriada. Um programa de treinamento é implementado para garantir que o pessoal e os gerentes tenham os conhecimentos e as habilidades requeridas para cumprir os papéis a eles designados.

**Nível de Maturidade 4: Quantitativamente Gerenciado** - a organização, além de estabelecer metas quantitativas de qualidade para os produtos e performance de processos, utiliza os mesmos como critério de gerenciamento: os objetivos quantitativos são baseados nas necessidades dos clientes, usuários finais, implementadores de processo e a própria organização como um todo. A produtividade e a qualidade são medidas para as atividades importantes do processo gerenciamento em todos os projetos, como parte de um programa organizacional de medidas, com os processos instrumentalizados com medições consistentes e

bem definidas. Essas medições estabelecem a fundamentação para avaliar os processos e os produtos do projeto. Os projetos conseguem o controle sobre seus produtos e processos reduzindo a variação no desempenho dos seus processos, para cair em limites quantitativos aceitáveis, compreendidos em termos estatísticos e gerenciados ao longo de toda a vida dos processos. Os riscos envolvidos na introdução de um novo domínio de aplicação são conhecidos e cuidadosamente gerenciados.

**Nível de Maturidade 5: Em Otimização** - a organização inteira está focada na melhoria contínua da performance de processo, tanto por melhoria incremental (contínua) como por inovações tecnológicas. Objetivos mensuráveis de melhoria de processos são estabelecidos, continuamente revisados para refletir mudanças nos objetivos de negócio e utilizados como critério na melhoria do processo de gerenciamento. Os dados sobre a efetividade dos processos são usados para realizar análises de custo benefício das novas tecnologias e das mudanças propostas. Lições aprendidas são disseminadas para outros projetos e há otimização de processos velozes e inovativos depende da participação e *empowerment* da força de trabalho, alinhada com os objetivos e valores da organização e seus negócios. Melhoria de processos passa a ser parte da atividade de todos, levando a um ciclo de melhoria contínua.

Dentro dos diversos níveis de maturidade, são identificadas as metas específicas e genéricas, que devem ser alcançadas pelos processos de planejamento e implementação da organização, sendo essenciais para o processo de atingimento dos níveis de maturidade. O atingimento ou satisfação das metas é utilizado em avaliações como base para atendimento das áreas de processo e determinação do nível de maturidade da organização: uma área de processo é avaliada como “satisfeita” somente se todas as suas metas genéricas e metas específicas forem avaliadas como “satisfeitas”. Se ao menos uma das metas for avaliada como “não-satisfeita”, a área de processo será avaliada como “não satisfeita” (SEI, 2001b).

Uma área de processo é um agrupamento de práticas relacionadas em uma área que, quando executadas coletivamente, satisfazem um grupo de metas consideradas importantes para significativas melhorias na área em questão. As áreas de processo são divididas em quatro categorias: Gerenciamento de Processos, Gerenciamento de Projetos, Engenharia e Suporte.

O Quadro 01 a seguir mostra as áreas de processo correspondentes a cada nível de maturidade, servindo de base portanto, para o enquadramento da organização no nível adequado de CMMI:

Categorias	Áreas de Processo (PA's)	Nível de Maturidade (ML)			
		2	3	4	5
Gerenciamento de Processos	Foco no Processo Organizacional		X	X	X
	Definição do Processo Organizacional		X	X	X
	Treinamento Organizacional		X	X	X
	Performance de Processo Organizacional			X	X
	Inovação e Desdobramento Organizacional				X
Gerenciamento de Projetos	Planejamento do Projeto	X	X	X	X
	Monitoramento e Controle do Projeto	X	X	X	X
	Gerenciamento de Acordos com Fornecedores	X	X	X	X
	Gerenciamento Integrado do Projeto		X	X	X
	Gerenciamento de Riscos		X	X	X
	Integração do Time		X	X	X
	Gerenciamento Integrado de Fornecedores		X	X	X
	Gerenciamento Quantitativo do Projeto			X	X
Engenharia	Desenvolvimento dos Requerimentos		X	X	X
	Gerenciamento dos Requerimentos	X	X	X	X
	Solução Técnica		X	X	X
	Integração do Produto		X	X	X
	Verificação		X	X	X
	Validação		X	X	X
Suporte	Gerenciamento de Configuração	X	X	X	X
	Qualidade Assegurada de Processo e Produto	X	X	X	X
	Medição e Análise	X	X	X	X
	Ambiente Organizacional para Integração		X	X	X
	Análise de Decisão e Resolução		X	X	X
	Análise Causal e Resolução				X

Quadro 01 - Áreas de Processo por Nível de Maturidade  
Fonte: elaboração própria

A Figura 01 a seguir mostra a estrutura e os componentes do modelo CMMI:

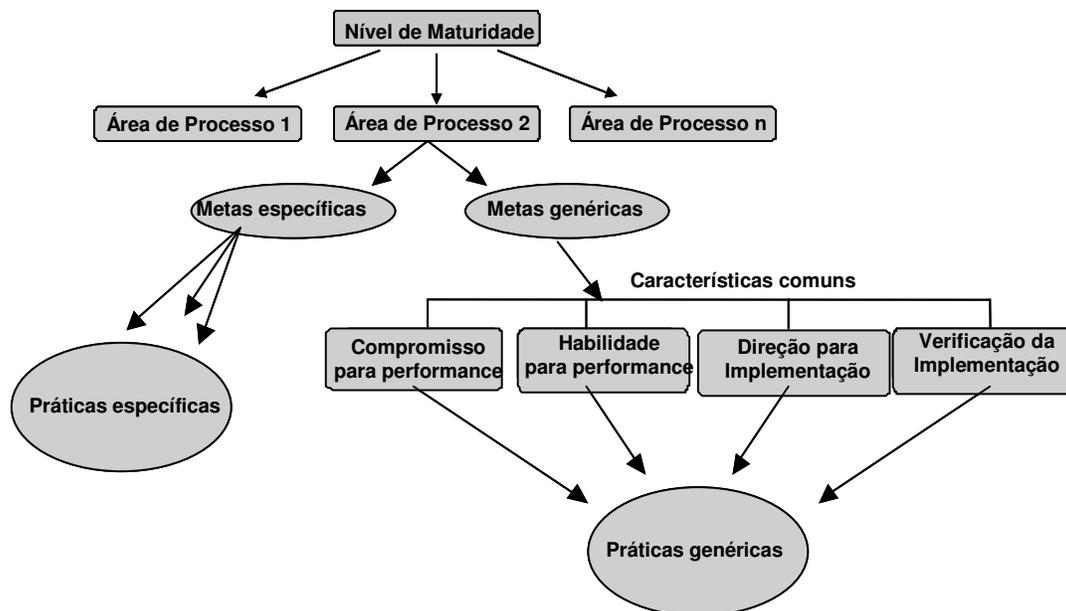


Figura 01 - Componentes do Modelo CMMI  
Fonte: SEI (2001a)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

O método de abordagem utilizado para o presente trabalho foi o método hipotético-dedutivo, no qual a percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual se formulam as hipóteses, é seguido pelo processo de inferência dedutiva, testando-se a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese. Desta forma, foi desenvolvida hipótese como solução provisória para o problema, a qual foi testada por meio da coleta de informações em pesquisa de campo e análise estatística dos resultados obtidos.

#### 3.2. TESTE DA HIPÓTESE

Foi definida a hipótese nula a partir da hipótese elaborada ( $HI_0$  – As empresas da indústria automotiva não mantêm um método estruturado para desenvolvimento de produtos). No teste desta hipótese foram adotados os seguintes critérios:

1. O projeto pertencerá ao maior nível cuja mediana obtida pelas questões do CMMI for maior ou igual a quatro<sup>1</sup>, desde que todas as respostas do grupo atinjam também valores iguais ou superiores a quatro;
2. No caso de qualquer resposta com mediana inferior a quatro, dentro de um grupo de perguntas, será interpretado como a não satisfação das metas para o nível, mesmo que a mediana do grupo seja maior ou igual a quatro; e
3. O não atingimento do nível 2 de maturidade nas questões do CMMI, indicará que a organização se encontra no nível inicial (nível 1 de maturidade).

### 3.3. POPULAÇÃO / UNIVERSO E AMOSTRA

---

<sup>1</sup> A razão para adotar-se a mediana mínima de quatro para identificação do nível de maturidade deve-se ao fato de que, utilizando-se os critérios do CMMI, entende-se que a determinação do nível de maturidade passa pelo atingimento ou satisfação das metas das áreas de processo. Ou ainda, “se ao menos uma das metas for avaliada como ‘não-satisfeita’, a área de processo será avaliada como ‘não-satisfeita’ (SEI, 2001b). Desta forma, o escore três, entendido como ‘às vezes’ no questionário não representaria fielmente o atingimento, optando-se portanto pelo escore quatro (‘freqüentemente’) como característico do atingimento destas.

Adotou-se como universo da presente pesquisa o formado pelas empresas de veículos automotivos instaladas no Brasil, que tenham atividades de manufatura em território nacional (montadoras). Para a obtenção de um estudo mais completo sobre o problema apresentado neste trabalho de dissertação seria necessário fazer a pesquisa em todo o território nacional, cobrindo diversas empresas. No entanto, devido às restrições de tempo, custo e número de pessoas envolvidas, optou-se por delimitar a pesquisa às montadoras instaladas na região Sul Fluminense.

Para responder este questionamento foram escolhidas as empresas PSA – Peugeot Citroën e Volkswagen Caminhões. Realizou-se uma coleta de dados, através de questionários direcionados a gerentes, supervisores e corpo técnico de Marketing, Produto, Logística, Suprimentos e Manufatura das montadoras citadas.

### 3.4. COLETA DE DADOS

A coleta de dados nesta pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionário autopreenchido, ou seja, o questionário lido e preenchido diretamente pelos pesquisados. Os questionários, após contato prévio - no qual foi solicitada a colaboração no desenvolvimento da pesquisa através do preenchimento do questionário - foram enviados e recebidos através de e-mail. Todos os participantes foram informados sobre a característica científica e acadêmica da pesquisa e sobre seu propósito.

A escala escolhida para o instrumento desta pesquisa foi a escala somatória ou escala Likert, que é uma escala indireta, ao combinar um conjunto de respostas dos entrevistados em relação ao objeto em questão para determinar qual a sua posição na escala de atitude desenvolvida: proposta por Rensis Likert em 1932, compreende uma série de afirmações relacionadas com o objeto pesquisado. Os respondentes são solicitados, não só a concordarem ou discordarem das afirmações, mas também a informarem qual seu grau de concordância/discordância. A cada célula de resposta é atribuído um número que reflete a direção da atitude do respondente em relação a cada afirmação e a pontuação total da atitude de cada respondente é dada pela somatória das pontuações obtidas para cada afirmação. Conforme Cooper e Schindler (2003), “como o número de tais escalas tem apenas um significado de classificação, a mensuração apropriada da tendência central é a mediana”, enquanto “uma medida percentual ou quartil revela a dispersão”. Este aspecto é corroborado por diversos outros autores (LEVIN, 1987; SIEGEL, 1981; HOEL, 1984; MATTAR, 1996).

### 3.5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Após a elaboração das hipóteses nulas, o próximo passo proposto por Mattar (1996) para validação das hipóteses é a seleção do teste estatístico adequado à situação. Nesta pesquisa, como não temos conhecimento sobre os parâmetros da população, a escolha recai sobre os métodos não paramétricos, para o qual utilizaremos os dados coletados numa escala ordinal. A escolha do tipo de teste a ser aplicado à situação levou à seleção do teste de sinais para verificação da mediana dos resultados.

Para determinação do nível de maturidade da organização, foram utilizadas perguntas para avaliar a percepção dos entrevistados quanto ao atendimento ou satisfação das metas (genéricas e específicas) das áreas de processo, de acordo com o CMMI. Tais perguntas foram elaboradas de forma a avaliar o atingimento das metas nas áreas de processo dos níveis de maturidade.

### 3.6. LIMITAÇÕES DO MÉTODO

Há a possibilidade de respostas distorcidas, causadas pelo grau de motivação do entrevistado, preocupação em não transmitir uma avaliação ruim de si próprios ou de suas empresas, a falta de conhecimentos sobre o assunto pesquisado, assim como, a inadequação do questionário (excessivo número de perguntas, escala utilizada e tempo, entre outros). Também, o entrevistador exerce influência sobre as respostas dos entrevistados, que podem ter influenciado no comportamento dos respondentes.

## **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### 4.1. TABULAÇÃO DOS DADOS

A tabulação consistiu da contagem da frequência das notas atribuídas na questão referente aos aspectos de cada nível de maturidade e consolidação dos resultados, quando buscou-se identificar o nível de maturidade da organização no seu processo de desenvolvimento de produtos, tendo como base os critérios do CMMI, conforme mostrado nas Tabelas 01 e 02 a seguir, para cada organização:

Tabela 01 – Resultados – empresa PSA

<b>Tabulação dos dados da questão 5 - PSA</b>					
<b>Nível de Maturidade</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Médio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Menor mediana</b>
2	4	0,665	2	5	4
3	4	0,668	1	5	3
4	4	0,613	1	5	4
5	4	0,661	2	5	4

Fonte: elaboração própria

Tabela 02 – Resultados – empresa Volkswagen

<b>Tabulação dos dados da questão 5 - Volkswagen</b>					
<b>Nível de Maturidade</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Médio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Menor mediana</b>
2	4	0,643	1	5	4
3	4	0,707	1	5	3,5
4	4	0,687	1	5	4
5	4	0,699	1	5	4

Fonte: elaboração própria

Com base no critério de atingimento do escore mínimo de quatro (4) para identificação do nível de maturidade – por grupo de questões e por questão individual - percebe-se que ambas as organizações alcançaram o nível de maturidade 2 - Gerenciado - para seu processo de desenvolvimento de produtos, pelos critérios do CMMI. Ainda que escores 4 sejam identificados em níveis superiores de maturidade nas organizações, o não atingimento deste escore em todas as perguntas no nível de maturidade 3 (vide coluna “Menor mediana”), caracteriza a não satisfação das metas das áreas de processo no nível de maturidade em questão. A representação em estágios dos níveis de maturidade do CMMI, não permite os “saltos” dos níveis, visto que os processos “não podem alcançar seus potenciais totais, até que a base adequada seja estabelecida” (SEI, 2001a) e, sem essa base adequada, tendem a falhar em condições de estresse, não dando sustentação à melhoria contínua dos processos.

Não é possível fazer inferências envolvendo todos os níveis de maturidade, visto tratar-se de uma escala ordinal. No entanto, dentro do nível de maturidade identificado para cada uma das organizações, é possível avaliar a tendência central e a dispersão, com base nas pontuações compiladas dos respondentes, conforme apresentado na Tabela 03 a seguir:

Tabela 03 – Cálculo de Tendência Central e Dispersão no Nível de Maturidade

<b>Distribuição das Pontuações na Questão</b>		
Organização	PSA	Volkswagen
Mediana	4	4
Desvio médio	0,665	0,643
Escore Mínimo para Nível de Maturidade	4	4
Intervalo interquartil	1	1

Fonte: elaboração própria

Para se avaliar a confiança no nível de maturidade, faz-se necessário estabelecer o grau de confiança no atingimento do nível mínimo de pontuação para o enquadramento no nível específico (quatro): conforme Triola (1999), “podemos aplicar o teste de sinais a uma afirmação sobre a mediana de uma única população”, enquanto Hoel (1984) cita que é possível testar valores de mediana através do teste do sinal, restringindo, no entanto, a variáveis contínuas. Como Siegel (1981) admite que numa escala ordinal, com suas categorias discretas, há um “*continuum*” de resultados possíveis – ainda que, por conta da “falta de precisão do aparelhamento de mensuração”, não se distinga as pequenas diferenças que realmente existem entre as observações, o que resulta em menor poder-eficiência, usual em testes não paramétricos - utilizou-se tal teste na presente pesquisa.

Para valores maiores do que 25, utiliza-se a estatística “z”: conforme Siegel (1981), a distribuição amostral – para prova de sinais – tem distribuição aproximadamente normal para  $N > 25$ , permitindo o uso da estatística “z” com correção de continuidades. O levantamento das respostas às questões referentes ao nível de maturidade 2 apresentou os seguintes resultados, mostrados na Tabela 04:

Tabela 04 – Compilação das pontuações referentes às perguntas do ML 2

<b>Segmentação das pontuações das questões</b>	<b>Empresa</b>	
	<b>PSA</b>	<b>Volkswagen</b>
> 4	62	63
< 4	36	29
= 4	63	76
x (<4)	36	29
n (<4 + >4)	98	92
Total	161	168

Fonte: elaboração própria

Como o número de vezes que o sinal menos freqüente ocorre (x) corresponde à expectativa que se tem – da mediana ser inferior a quatro (uma vez eliminados os valores

zero), dá-se prosseguimento ao teste: o cálculo de “z”, com base nos valores de “x” e “n” para as organizações, resultou em  $-2,53$  e  $-3,44$ , para a PSA – Peugeot-Citroën e Volkswagen Caminhões, respectivamente. Utilizando-se a função ‘INV.NORMP’ do MS Excel, é possível calcular o valor do afastamento correspondente a probabilidade de 5% (0,05) em uma distribuição normal com média zero e desvio padrão 1, para o qual encontramos o valor  $-1,645$ . Desta forma, conclui-se que, sendo o “z” de ambas empresas mais afastado do valor central que o z crítico, com base na evidência amostral, a um nível de significância de  $\alpha=0,05$ , ambas as organizações tem uma mediana igual ou maior que quatro nas perguntas referentes ao nível de maturidade 2, conforme pode ser observado na Figura 02 a seguir:

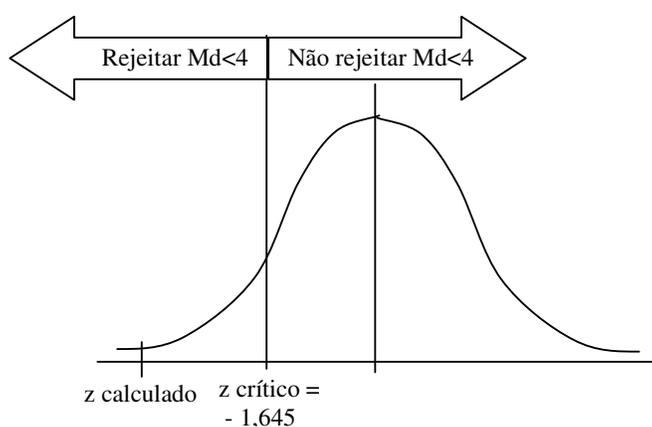


Figura 02 – Teste da mediana  
Fonte: adaptado de Triola (1999)

#### 4.2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo mostrou ambas as organizações como estando no nível 2 de maturidade de desenvolvimento de produtos – característica de um processo dito “gerenciado” - com base nos referenciais do CMMI e no critério da obtenção da pontuação mínima “4” – equivalente às práticas sendo frequentemente utilizadas – nas perguntas referentes aos requisitos para o nível de maturidade em questão. Apesar de ambas organizações alcançarem a mediana de valor quatro para o nível de maturidade 3, o fato de não alcançarem esta mediana em todas as perguntas, fez com que, caracterizado a não satisfação de todas as metas deste nível da maturidade, as organizações não obtivessem uma melhor classificação quanto ao seu nível de maturidade do processo de desenvolvimento de produtos. As questões nas quais o valor da mediana foi inferior a quatro foram:

- Essa integração e colaboração entre envolvidos no desenvolvimento de novos produtos é incentivada, reconhecida e/ou premiada, promovendo a excelência de indivíduos e times? (Volkswagen); e
- O cliente é envolvido nesse processo de verificação, validando-o? (ambas organizações)

Tais itens podem ser considerados pontos prioritários de melhoria para as organizações, com o objetivo de aumentar sua maturidade nos processos de desenvolvimentos de novos produtos.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base na premissa listada anteriormente - a metodologia do CMMI é válida para mensuração do nível de maturidade do processo de desenvolvimento de produtos - e nos resultados da pesquisa executada, pode-se estabelecer as seguintes análises quanto ao problema da pesquisa, hipóteses utilizadas e conclusões:

### 5.1. SOLUÇÃO DO PROBLEMA

O problema formulado foi: **Qual o nível de qualidade dos métodos de desenvolvimento de produtos utilizados?**

Segundo a visão dos executivos das organizações:

- Todos os projetos da organização asseguram que os requerimentos, produtos e serviços são gerenciados e que os processos são planejados, executados, medidos e controlados;
- O status dos produtos e serviços são visíveis para a gerência em pontos específicos (*milestones*);
- A disciplina de processo ajuda a assegurar que as práticas existentes são mantidas durante os momentos de crise, com os projetos executados e gerenciados conforme os planos documentados;

- Compromissos são estabelecidos entre as partes interessadas (*stakeholders*) conforme a necessidade, sendo os produtos revistos por estes, para validação do atendimento de seus requerimentos, padrões e objetivos; e
- A capacidade do processo pode ser resumida como sendo disciplinada porque o planejamento e o acompanhamento do projeto são estáveis e os sucessos mais recentes podem ser repetidos. Os processos do projeto estão sob o controle efetivo do sistema de gestão de projeto, seguindo os planos estabelecidos.

## 5.2. VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

A metodologia aplicada se baseia no teste de falseabilidade das hipóteses levantadas, por meio do método da hipótese nula, ou seja, pela aplicação de um teste estatístico adequado à natureza das variáveis e da amostra analisada, de forma a verificar-se o grau de significância dos resultados obtidos.

Assim, foi avaliado segundo a visão de gerentes, supervisores e corpo técnico de duas montadoras da região Sul Fluminense e, a partir dos resultados coletados no campo, tabulados e tratados de forma estatística adequada, a hipótese foi testada. Foram analisados os critérios referentes às práticas representativas de um método estruturado de desenvolvimento de produtos para ambas organizações.

Desta forma, pôde-se analisar, validando total ou parcialmente ou refutando, cada hipótese levantada e responder as questões-chave associadas. A seguir, estão relacionadas cada hipótese, sua análise com validação total, parcial ou refutação e a resposta a cada questão-chave.

**Hipótese I** - Em busca do posicionamento estratégico e manutenção de sua competitividade, as empresas da indústria automotiva mantêm um método estruturado para desenvolvimento de produtos, o qual tem a potencialidade de garantir a aceitação dos consumidores e o fluxo financeiro advindo do sucesso comercial dos produtos.

Pelos resultados obtidos, pôde-se concluir que a **Hipótese I foi considerada parcialmente plausível**, pois em ambas as organizações os respondentes indicaram a existência de um processo de desenvolvimento de produtos, o qual é planejado, executado, medido e controlado e as práticas existentes são mantidas, mesmo nos momentos de crise,

podendo repetir a experiência para novos projetos. No entanto, o processo existente não pôde ser caracterizado como tendo objetivos da organização baseados neste, nem operar dentro de limites estabelecidos ou ser inovado na busca de oportunidades, características estas que garantiriam a aceitação dos consumidores e o fluxo financeiro advindo do sucesso comercial dos produtos desenvolvidos pelo método existente.

#### Questões-chave:

- 1) O processo de desenvolvimento de produtos é planejado, executado, medido e controlado e as práticas existentes são mantidas, mesmo nos momentos de crise, podendo repetir a experiência para novos projetos?

Resposta: Sim, pois os respondentes de ambas organizações indicaram a existência de tais características nos processos existentes de desenvolvimento de produtos em suas organizações.

- 2) A organização possui um processo de desenvolvimento de produtos bem caracterizado e compreendido, sendo descrito na forma de padrões, procedimentos, ferramentas e métodos, com objetivos baseados nestes e utilizados em todos os processos de desenvolvimento de produtos?

Resposta: Não, os respondentes de ambas organizações indicaram a existência de lacunas neste aspecto, especificamente o não envolvimento do cliente na validação da verificação de atendimento de requerimentos – para componentes, processos e/ou produto final. Em uma das organizações detectou-se também uma lacuna no que tange o incentivo, reconhecimento e/ou premiação da integração e colaboração dos envolvidos no desenvolvimento de novos produtos.

- 3) O processo de desenvolvimento de produtos da organização, já padronizado, é medido e opera dentro dos limites estabelecidos?

Resposta: Não, os respondentes de ambas organizações indicaram a não satisfação de todas as metas referentes à questão nº 2, o que caracteriza não haver sustentação para as metas avaliadas nesta pergunta.

- 4) A organização trabalha com inovação do processo de desenvolvimento de produtos, identificando as oportunidades de aperfeiçoamento, fortalecendo o processo de maneira pró-ativa e objetivando a prevenção de falhas?

Resposta: Não, conforme resposta da questão anterior.

### 5.3. CONCLUSÕES

Após a verificação da hipótese e respostas às questões-chave, pôde ser feita uma análise dos resultados com relação à contextualização do problema e, a partir desta análise, fazer inferências sobre as percepções dos executivos das montadoras, ou seja, do segmento em estudo. Pode-se, a partir dos resultados encontrados, concluir que:

- Ambas as organizações mostraram utilizar um método estruturado para desenvolvimento de seus produtos, o qual, no entanto, tem campo suficiente – no entendimento dos próprios executivos – de tornar-se mais completo, abrangente e potente para alavancar os resultados de mercado e financeiros da própria organização; e
- Com base nas respostas do questionário referente à maturidade do método de desenvolvimento de produtos, os itens que obtiveram menor valor de mediana (e que, efetivamente, pelo método utilizado, não permitiram o atingimento de um nível de maturidade superior), ficaram limitados a aspectos de integração e colaboração entre os envolvidos no desenvolvimento de novos produtos (na Volkswagen) e no envolvimento do cliente na verificação de componentes, processos e produto final (ambas organizações), indicando serem pontos para melhoria no processo.

### 5.4. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A pesquisa sobre a qualidade do método de desenvolvimento de produtos não se esgota neste trabalho, havendo vários outros aspectos que são passíveis de uma investigação mais aprofundada. A seguir, são feitas algumas sugestões de futuros estudos, que podem complementar e aprofundar o trabalho aqui apresentado, na forma de novas questões a serem respondidas, em função de metodologias para desenvolvimento de novos produtos:

- Qual o nível de maturidade de capacidade dos processos de desenvolvimento de produtos, segundo a visão dos executivos de outras montadoras instaladas no País, abrangendo outras regiões além da Sul Fluminense?
- Quais são as metodologias de desenvolvimento de produtos existentes e quais os benefícios que as organizações usufruem por conta da utilização dos mesmos? Quais as melhores práticas que podem ser identificadas nessas metodologias e como elas podem ser replicadas em outras organizações?

- Como conciliar o investimento inicial no lançamento de novos veículos automotivos com a necessidade de oferta de produtos customizados e com preços acessíveis aos clientes?
- Quais são os fatores críticos de sucesso de um processo de desenvolvimento de produtos e como os mesmos podem ser desdobrados por toda a organização, garantindo o sucesso comercial e adequado retorno dos investimentos feitos?
- Como as melhores práticas dos processos de desenvolvimento de produtos afetam os resultados finais – rentabilidade, retorno sobre investimentos e sobre ativos – da organização? Qual o peso e correlação entre eles?
- Como os outros modelos de níveis de maturidade de capacidade – aquisição e pessoas – podem afetar os resultados da organização? Um maior nível de maturidade está relacionado a melhores resultados da organização?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, Roberto; PROENÇA, Adriano; ANDÉREZ, Daniela. *Rio Automotivo: Elementos da Realidade e Perspectivas de Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2002.

ANFAVEA. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos, 2004. Disponível em <[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br)>. Acesso em 7 setembro 2004.

ARBIX, Glauco; VEIGA, João. *A Distribuição de Veículos sob Fogo Cruzado - Em Busca de um Novo Equilíbrio de Poder no Setor Automotivo*. Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. *A Hora e a Vez dos Distribuidores*, 2003. Disponível em <<http://fenabreve.org.br>>. Acesso em 4 setembro 2004.

BAXTER, Mike. *Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos*. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

COOPER, Donald; SCHINDLER, Pamela. *Métodos de Pesquisa em Administração*, 7ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORREA, Cristiane. *As Dificuldades de Quem Produz Carros*. Revista Exame, edição 827, ano 38, no, 19, 29 Set 2004, São Paulo: Editora Abril. Pág 92-97

CROSBY, Phillip. *Quality is Free*. New York: McGraw-Hill, 1979.

HOEL, Paul. *Estatística Matemática*, 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984.

HUMPHREY, W.S.; *Characterizing the Software Process: A Maturity Framework*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-87-TR-11, ADA182895, June 1987.

LEVIN, Jack. *Estatística Aplicada a Ciências Humanas*, 2<sup>a</sup>. Edição, São Paulo: Habras, 1987.

MATTAR, Fauze. *Pesquisa de Marketing*. 2 volumes. São Paulo: Atlas, 1996.

MUNDIM, Ana et al. *Aplicando o Cenário de Desenvolvimento de Produtos em um Caso Prático de Capacitação Profissional*. Revista Gestão & Produção, Abril 2002, volume 9, número 1, p.1-16. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção.

NORTON, David; KAPLAN, Robert. *Estratégia em Ação: Balanced Scorecard*, Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OICA. *World Motor Vehicle Production by Country*. ORGANISATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES. Disponível em <<http://oica.net/htdocs/Main.htm>>. Acesso em 4 set 2004.

OSÓRIO, Rosana. *CMM e Qualidade: Estudo de Caso DATAPREV*. 205 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

PORTER, Michael. *Estratégia Competitiva – Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. 7<sup>a</sup>. Edição. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

QUINTELLA, Heitor. *Inovação, Estratégia e Gestão do Produto – Gestão Total do Produto, Volume 1 – A Produção*. Suma Econômica. Rio de Janeiro: Tamas, 2000.

SEI. *Capability Maturity Model Integration for Systems Engineering, Software Engineering, and Integrated Product and Process Development (CMMI-SE/SW/IPPD)*, version 1.1. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, 2001a.

\_\_\_\_\_. *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI)*, version 1.1. Method Definition Document (CMMI-SEI-2001-HB-001). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, 2001b.

\_\_\_\_\_. *CMMI General Information*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, 2004. Disponível em <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/general/general.html>. Acesso em 10 agosto 2004.

SIEGEL, Sidney. *Estatística Não-Paramétrica para as Ciências do Comportamento*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981.

TRIOLA, Mario. *Introdução à Estatística*, 7<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: LTC, 1999, 410 p.

## APÊNDICE A

<b>Justificativa do Emprego das Questões Chave para a Hipótese I</b>	
Em busca do posicionamento estratégico e manutenção de sua competitividade, as empresas da indústria automotiva mantêm um método estruturado para desenvolvimento de produtos, o qual tem a potencialidade de garantir a aceitação dos consumidores e o fluxo financeiro advindo do sucesso comercial dos produtos.	
<b>Questões Chave – Questionário CMMI</b>	<b>Justificativa da Questão para Teste da Hipótese.</b>
1. O processo de desenvolvimento de produto é planejado, executado, medido e controlado e as práticas existentes são mantidas, mesmo nos momentos de crise, podendo repetir a experiência para novos projetos?	O objetivo desta questão é identificar se o processo de desenvolvimento de produtos está no Nível 2 do CMMI, através das seguintes características: requerimentos, produtos e serviços gerenciados, processos executados, medidos e controlados, status de produtos e serviços visíveis para a gerência, compromissos estabelecidos entre <i>stakeholders</i> , por meio da aplicação de perguntas específicas no questionário de pesquisa.
2. A organização possui um processo de desenvolvimento de produtos bem caracterizado e compreendido, sendo descrito na forma de padrões, procedimentos, ferramentas e métodos, com objetivos baseados nestes e utilizado em todos os projetos de desenvolvimento de produtos?	O objetivo desta questão é identificar se o processo de desenvolvimento de produtos está no Nível 3 do CMMI, através das seguintes características: processos caracterizados, compreendidos, documentados e estabelecidos, necessidades de treinamento identificadas, partes envolvidas integradas e riscos avaliados, por meio da aplicação de perguntas específicas no questionário de pesquisa.
3. O processo de desenvolvimento de produtos da organização, já padronizado, é medido e opera dentro dos limites estabelecidos?	O objetivo desta questão é identificar se o processo de desenvolvimento de produtos está no Nível 4 do CMMI, através das seguintes características: capacidade de processo previsível, medições de qualidade e performance incorporadas em repositórios, controle de produtos e processos, com redução da variação de desempenho, por meio da aplicação de perguntas específicas no questionário de pesquisa.
4. A organização trabalha com inovação do processo de desenvolvimento de produtos, identificando as oportunidades de aperfeiçoamento, fortalecendo o processo de maneira pró-ativa e objetivando a prevenção de falhas?	O objetivo desta questão é identificar se o processo de desenvolvimento de produtos está no Nível 5 do CMMI, através das seguintes características: capacidade de processo previsível, medições de qualidade e performance incorporadas em repositórios, controle de produtos e processos, com redução da variação de desempenho, por meio da aplicação de perguntas específicas no questionário de pesquisa.

Apêndice A – Justificativa da Questão para Teste da Hipótese I

Fonte: elaboração própria