

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL  
TECNOLÓGICO DE EMPRESAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO  
MODELO VIRTUAL DO PRODUTO**

**Nara Lucia de Souza**

Orientador: Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer

Santa Bárbara d'Oeste  
2001

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL**  
**TECNOLÓGICO DE EMPRESAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO**  
**MODELO VIRTUAL DO PRODUTO**

**Nara Lucia de Souza**

Orientador: Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Santa Bárbara d'Oeste  
2001

**DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL  
TECNOLÓGICO DE EMPRESAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO  
MODELO VIRTUAL DO PRODUTO**

**Nara Lucia de Souza**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 25 de abril de  
2001, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer, Presidente**  
UNIMEP

**Prof. Dr. Jonas de Carvalho**  
USP - São Carlos

**Prof. Dr. Álvaro José Abackerli**  
UNIMEP

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar os meus agradecimentos:

Ao Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo carinho, paciência, amizade, pela orientação, dedicação e observações que muito contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Professor Doutor Álvaro José Abackerli, pelos vários conselhos que muito contribuíram para o seu desenvolvimento.

À FAPESP pelo apoio financeiro recebido.

À UNIMEP e a debis Humaitá, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção.

Aos gerentes das empresas que responderam os questionários, pela atenção que me foi dispensada e pelas importantes informações que proporcionaram o desenvolvimento deste trabalho.

Ao pessoal do laboratório de informática, em especial ao Alexandre, pelo auxílio, apoio e amizade.

Aos meus colegas de mestrado Nara, Jardel, Adriano e Valdir, pelo companheirismo, apoio, e carinho.

À minha mãe que sempre me incentivou e cuidou dos meus filhos durante todo o tempo.

Ao meu marido Aderilton e aos meus filhos Matson e Agnes, pela paciência, apoio e motivação para conseguir concluir este trabalho.

*Ao Meu pai*

*Luiz Aldo de Souza (Tomé), in memoriam, que  
sempre acreditou em mim*

*Meu melhor amigo e maior incentivador*

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	I
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	III
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	IV
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	VI
<b>RESUMO</b> .....	VII
<b>ABSTRACT</b> .....	VIII
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 IMPORTÂNCIA DESTE TRABALHO .....	10
1.2 OBJETIVO .....	11
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
<b>2 O CENÁRIO PRODUTIVO AUTOMOTIVO</b> .....	14
2.1 MUDANÇA DO CENÁRIO PRODUTIVO - GLOBALIZAÇÃO .....	14
2.2 A IMPORTÂNCIA ATUAL DA ÁREA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	18
2.3 A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NUM CONTEXTO GLOBALIZADO .....	20
2.4 A IMPLEMENTAÇÃO DO DIGITAL “MOCK-UP” NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO....	23
2.4.1 APLICAÇÃO DE SISTEMAS CAX NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....	28
2.4.2 TROCA DE INFORMAÇÕES ENTRE SISTEMAS CAX .....	30
2.4.3 MEIOS DE TROCAS DE INFORMAÇÕES ENTRE EMPRESAS.....	34
2.4.4 GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES.....	37
<b>3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO</b> .....	40
3.1 METODOLOGIA ADOTADA .....	40
3.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	42
3.3 SELEÇÃO DAS EMPRESAS PESQUISADAS .....	43
<b>4 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL TECNOLÓGICO DOS FORNECEDORES</b> .....	45
4.1 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS.....	45
4.1.1 PONTUAÇÃO DAS QUESTÕES SELECIONADAS .....	47
4.1.2 CRITÉRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS.....	55
4.2 BANCO DE DADOS DO SISTEMA .....	56
4.2.1 ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS.....	57
4.2.2 CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	60
4.2.3 APLICAÇÃO DO BANCO DE DADOS .....	62
<b>5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	63

---

5.1 IDENTIFICAÇÃO DAS EMPRESAS .....	64
5.2 ANÁLISE GERAL.....	67
5.3 IDENTIFICAÇÃO DO FATOR HUMANO UTILIZADO NAS EMPRESAS .....	82
5.4 IDENTIFICAÇÃO DO PERFIL TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS PESQUISADAS.....	85
<b>6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>88</b>
6.1 CONCLUSÕES SOBRE A METODOLOGIA E A CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL TECNOLÓGIC	88
6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	90
<b>7 BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA.....</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO I: QUESTIONÁRIO.....</b>	<b>96</b>

---

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	Projeto Auxiliado por Computador Computer Aided Design
CAE	Engenharia Auxiliada por Computador Computer Aided Engineering
CAPP	Planejamento do Processo Auxiliado por Computador Computer Aided Process Planning
CAM	Manufatura Auxiliada por Computador Computer Aided Manufacturing
CAx	Abreviação genérica para CAD, CAE, CAM, CAPP, etc.
CNC	Comando Numérico Computadorizado Computer Numerical Control
DMU	Maquete digital Digital Mock-up
EDI	Troca de dados eletrônica Eletronic Data Interchange
EDM	Gerenciamento dados de engenharia Engineering Data Managment
SE	Engenharia simultânea Simultaneous Engineering
PCP	Planejamento e controle da produção Planning and Control of production
PDM	Gerenciamento dados do produto Product Data Management
QFD	Desdobramento da função qualidade Quality Function Deployment
TIC	Tecnologia de informação e comunicação Technology of Information and Comunication



---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Desenvolvimento simultâneo X desenvolvimento convencional [15] .....	21
Figura 2.2: Curva de conhecimento desenvolvimento de produto tradicional X virtual [17].	24
Figura 2.3: Ambiente digital mock-up [19] .....	25
Figura 2.4: Sistemas CAD utilizados pelas indústrias automobilísticas [24] .....	31
Figura 2.5: Rede de informações Mercedes-Benz - Fonte: VITAL et al., 1998 [19].	36
Figura 4.1: Sistemas utilizados no gerenciamento de dados de engenharia do produto ....	45
Figura 4.2: Estrutura do banco de dados .....	57
Figura 4.3: Tela inicial banco de dados.....	58
Figura 4.4: Menu principal do banco de dados.....	59
Figura 4.5: Formulário classificação do perfil tecnológico das empresas .....	59
Figura 4.6: Tabela da questão caracterização do capital da empresa.....	60
Figura 4.7: Formulário da questão caracterização do capital da empresa.....	61
Figura 4.8: Relacionamento entre as tabelas consultas .....	62
Figura 5.1: Questão 1.2 - Caracterização do principal mercado de atuação da empresa...	64
Figura 5.2: Questão 1.8 - Caracterização da fabricação do principal produto da empresa.	65
Figura 5.3: Questão 1.1 - Caracterização do capital da empresa.....	65
Figura 5.4: Questão - Utilização dos sistemas CAx.....	67
Figura 5.5: Questão 2.1a - Tempo de utilização do sistema CAD .....	68
Figura 5.6: Questão 2.1b - Tempo de utilização do sistema CAM.....	68
Figura 5.7: Questão 2.1c - Tempo de utilização do sistema CAPP .....	69
Figura 5.8: Questão 2.1d - Tempo de utilização do sistema CAE .....	69
Figura 5.9: Questão 2.2 - Transferência entre sistemas CAx dentro da empresa.....	70
Figura 5.10: Questão 2.3 - Transferência de dados entre sistemas CAx entre empresas e clientes.....	71
Figura 5.11: Questão 4.4 - Atividades de projeto desenvolvidas em sistemas CAD/CAE...	72
Figura 5.12: Questão 4.15 - Identificação dos módulos do sistema CAE utilizado nas	

---

empresas .....	72
Figura 5.13: Questão 4.6 - Sistemas CAD mais utilizados pelos fornecedores do setor automotivo .....	73
Figura 5.14: Questão 4.12 - Interfaces de troca de dados disponíveis e em uso .....	74
Figura 5.15: Questão 4.9 - Caracterização da utilização do modelamento geométrico 3D.	75
Figura 5.16: Questão 4.8 - Tipos de Modelos Geométricos utilizados.....	75
Figura 5.17: Questão 3.2 - Tipo de informações trocada com clientes.....	76
Figura 5.18: Gráfico 3.3 - Caracterização do modo de transferência de desenhos .....	77
Figura 5.19: Questão 3.3a - Caracterização do modo de transferência de textos .....	78
Figura 5.20: Questão 2.4 - Caracterização dos sistemas operacionais utilizados .....	79
Figura 5.21: Questão 5.1 - Empresas que possuem sistema de gerenciamento da qualidade .....	79
Figura 5.22: Questão 5.2 - Empresas que possuem certificação do sistema de qualidade	80
Figura 5.23: Questão 5.3 - Técnicas de qualidade já utilizadas e em utilização nas empresas.....	80
Figura 5.24: Questão 6.4 - Caracterização do uso de sistemas de gerenciamento de dados.....	81
Figura 5.25: Questão 6.7 - Departamentos que utilizam regularmente o sistema EDM/PDM.....	81
Figura 5.26: Questão 1.13 - Caracterização do nível de escolaridade nas empresas .....	82
Figura 5.27: Questão 1.11 - Tendência de investimentos gerais.....	83
Figura 5.28: Questão 1.5 - Estratégia competitiva adotada pela empresa .....	83
Figura 5.29: Questão 1.12 - Tendência de investimentos em horas de treinamentos .....	84
Figura 5.30: Perfil tecnológico das empresas pesquisadas.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Movimento entre empresas no setor autopeças .....	17
Tabela 2.2: Resultados da introdução da Engenharia Simultânea .....	22
Tabela 2.3: Benefícios e dificuldades na implementação do DMU .....	27
Tabela 2.4: Sistema/Versão disponibilizado com padrão STEP .....	32
Tabela 3.1: Vantagens e desvantagens na aplicação de questionários .....	41
Tabela 4.1: Pontuação das questões em cada capítulo do questionário .....	48
Tabela 4.2: Pontuação para identificação do perfil tecnológico das empresas.....	55
Tabela 5.1: Empresas participantes deste trabalho.....	66
Tabela 5.2: Aplicação da metodologia para identificação do perfil tecnológico .....	85

SOUZA, Nara Lucia de. **Definição de critérios para identificação do perfil tecnológico de empresas para implementação do modelo virtual do produto**. 2001. 112 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2001.

## Resumo

O aumento da competitividade tem direcionado mudanças no desenvolvimento de produto forçando as empresas a desenvolverem produtos com maior qualidade em menor tempo. Para tanto, a indústria automobilística está implementando o desenvolvimento virtual de produto em parceria com os seus fornecedores, utilizando o *digital mock-up* (DMU). Neste trabalho são apresentados fatores que devem ser avaliados e algumas das dificuldades enfrentadas pelos fornecedores para conseguir esta integração.

Para facilitar a tomada de decisão na integração entre empresas para a implementação do DMU foi criada uma metodologia para identificar o perfil tecnológico dos fornecedores do setor automotivo de acordo com as ferramentas que envolvem o funcionamento do modelo virtual do produto, como os sistemas CAD/CAM/CAE, a necessidade de modelos gerados 3D para efeitos de visualização virtual do produto, a utilização de sistemas EDM/PDM para gerenciamento das informações referente ao produto e a filosofia da engenharia simultânea.

Também foi discutida a importância da utilização das normas STEP (*Standartd for the Exchange of Product Model Data*) para padronização dos meios de transferências de dados existentes entre sistemas CAD/CAM/CAE para as empresas conquistarem vantagens competitivas no desenvolvimento de novos produtos.

**PALAVRAS-CHAVE:** modelo virtual do produto, engenharia simultânea, sistemas CAD/CAM/CAE, normas STEP, modelo geométrico 3D, sistemas EDM/PDM, perfil tecnológico.

SOUZA, Nara Lucia de. **Definição de critérios para identificação do perfil tecnológico de empresas para implementação do modelo virtual do produto.** 2001. 112 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, 2001.

### **Abstract**

The nowadays global competition forces the industries to find better products, increasing quality and reducing lead-time. To do so, the automotive industries are applying a virtual product design together with its suppliers, using the digital mock-up technology (DMU).

This work presents some issues, that have to be taken into account and some difficulties faced in a general supply chain to get the digital mock-up environment. It has been developed a methodology to evaluate the technological level of the suppliers, thus allowing to identify what is required for fully integration between suppliers and automotive industries.

The proposed methodology includes an evaluation about the necessities tools to work in a common environment for DMU, analyzing the CAD/CAM/CAE systems, the possibilities to work in 3 D modeling to get more efficient analysis, the usage of EDM/PDM to manage the datas, the requirements to work under simultaneous engineering, in all members that manufacturing claim. It is also discussed the necessity of using the STEP standards to get a better product development process.

**KEYWORDS:** digital mock-up (DMU), simultaneous engineering, CAD/CAM, STEP, 3D models, EDM/PDM systems and technological level

# 1 Introdução

Atualmente as empresas buscam constantemente diferenciar seu produto, tanto seu processo de desenvolvimento como na concepção do produto final, visando se tornarem competitivas no mercado consumidor. Além desta diferenciação procuram constantemente reduzir o tempo de introdução do seu produto no mercado, conhecido como *time-to-market*. Isso porque a empresa que consegue colocar primeiro um produto com qualidade no mercado consumidor, consegue assegurar uma maior participação neste e um maior retorno do investimento. Com a indústria automobilística a situação não é diferente e para conquistar estas vantagens competitivas está modificando a sua maneira de desenvolver produto. Está passando a desenvolver o seu produto em parceria com os seus fornecedores, utilizando novas estratégias e tecnologias.

Esta dissertação trata do desafio da indústria automobilística em realizar a integração do seu desenvolvimento com os seus fornecedores, para ter um produto competitivo, mais flexível de acordo com o perfil do seu cliente.

Inicialmente são discutidos os motivos que levam à busca desta integração, frente a um mercado interno e externo altamente competitivo e um consumidor exigente. Isto é contraposto às novas tendências tecnológicas e aos impactos causados por estas no setor automotivo.

Para se obter um panorama mais claro do potencial dos fornecedores nacionais, foi desenvolvido uma metodologia para a determinação do nível tecnológico dos fornecedores da indústria automobilística. Esta metodologia visa determinar o grau de facilidade/dificuldade para a sua integração em um ambiente virtual de desenvolvimento de produto.

São discutidos fatores que devem ser considerados para a implementação do *digital mock-up*<sup>1</sup> (DMU), características tecnológicas que foram avaliadas para auxiliar a criação de um conceito da forma com que as empresas podem se adequar para a utilização do DMU.

---

<sup>1</sup> Digital Mock-up (DMU): modelo virtual do produto. É a visualização e simulação do produto realizado virtualmente utilizando dados geométricos em 3D.

---

O uso do DMU permite um desenvolvimento de novos produtos de forma simultânea, auxiliando a empresa à alcançar vantagens competitivas na introdução do produto no mercado consumidor.

Este trabalho propõe facilitar a integração entre empresas e indicar as diretrizes principais para implementação do DMU. Portanto, trata-se de uma proposta de aplicação imediata no setor automotivo.

Para o meio científico é importante o desenvolvimento de uma metodologia para classificação do nível tecnológico das empresas em função da aplicação dos recursos digitais (CAD, CAM, máquinas CNC, código de barras no controle da produção, etc.) no ciclo de desenvolvimento de produtos, pois atualmente não existe nenhuma metodologia que contempla os tópicos identificados neste trabalho. O desenvolvimento desta metodologia irá facilitar a criação de um conceito para integrar diferentes grupos tecnológicos de empresas fornecedoras com as montadoras visando o desenvolvimento de um produto de forma cooperativa.

Nos tópicos seguintes serão apresentados os fatores que justificam o desenvolvimento desta proposta e os itens que deverão ser estudados para se alcançar os objetivos.

## **1.1 Importância deste trabalho**

A constante busca por vantagens competitivas fez com que as empresas buscassem diferenciação do seu produto desde sua concepção até a sua reciclagem. Desta maneira, houve uma redescoberta da área de desenvolvimento de produtos como fonte de vantagens competitivas. As empresas passaram a investir em novos modelos organizacionais, novas tecnologias, envolvendo sistemas CAx (CAD, CAM, CAE, CAPP), sistemas de gerenciamento de informações e tecnologias de comunicação e informação.

Diante deste cenário competitivo a indústria automobilística está passando a desenvolver os seus produtos em parceria com os seus fornecedores, utilizando novos recursos e novas tecnologias, visando aumentar a qualidade, reduzir o tempo de desenvolvimento e conseqüentemente reduzir o custo do seu produto final.

---

A aplicação do *digital mock-up* (DMU), ou seja, o modelo virtual no desenvolvimento de produto permite a eliminação de alguns protótipos físicos, pois com esta ferramenta é possível se realizar simulações de forma realística no computador antes mesmo que qualquer peça tenha sido fabricada.

A estratégia da engenharia simultânea no ambiente de desenvolvimento de produto permite melhor utilização dos recursos disponíveis e maior interação das pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento.

Os fornecedores do setor automotivo estão distribuídos em um espectro tecnológico muito variado. Portanto, para uma integração eficiente e correta entre empresas visando o desenvolvimento de produto de forma simultânea é necessário verificar o estágio atual de alguns fatores como:

- meios de trocas de informações;
- gerenciamento das informações;
- transferência de dados de projeto;
- recursos informatizados disponíveis;
- investimentos futuros.

A realização deste trabalho poderá facilitar a integração dos fornecedores do setor automotivo e a própria indústria automobilística. A proposta do projeto consiste no desenvolvimento de uma metodologia para o agrupamento dos fornecedores dentro de níveis tecnológicos, visando a criação de um conceito para implementação do DMU no desenvolvimento de novos produtos de forma cooperativa. Esta classificação tecnológica está associada à adaptabilidade das empresas aos quesitos tecnológicos pertinentes ao DMU e à estratégia da engenharia simultânea. Este trabalho também pode auxiliar as empresas se situarem tecnologicamente, facilitando na tomada de decisões estratégicas quanto a implantação de novas tecnologias.

## **1.2 Objetivo**

Para se atingir o objetivo que é desenvolver uma metodologia para a identificação do



---

perfil tecnológico dos fornecedores do setor automotivo, visando facilitar a implementação do DMU em parceria com a indústria automobilística, vários quesitos importantes têm que ser analisados.

Os itens que devem ser analisados para que o objetivo deste trabalho seja atingido são os seguintes:

- determinar nos fornecedores o nível atual de utilização de recursos informatizados, de tecnologia CAx (em especial sistemas CAD/CAM), sua disponibilidade para investimentos futuros nesta área, assim como o seu interesse em se engajarem numa estratégia em direção ao DMU para seus futuros produtos.
- descrever os atuais sistemas utilizados para trocas de informações entre os fornecedores e a indústria automobilística, a forma de gerenciamento das informações e os sistemas utilizados para o desenvolvimento do produto, visando determinar os principais critérios a serem observados para a implementação do DMU e as vantagens competitivas que esta tecnologia traz;
- verificar o nível de escolaridade dos recursos humanos disponíveis nas empresas, qual o público alvo atingido em capacitação e quais os tipos de cursos mais oferecidos aos funcionários envolvidos na utilização de ferramentas tecnológicas e, a tendência de investimentos nesta área.
- desenvolver uma metodologia para o agrupamento dos fornecedores de acordo com os aspectos tecnológicos mais relevantes para implementação do DMU. Busca-se aqui o agrupamento das empresas dentro de perfis tecnológicos diferenciados como: Alta, Media e Baixa-tecnologia. O conceito destes três perfis tecnológicos estará prioritariamente associado à adaptabilidade dos fornecedores aos quesitos tecnológicos pertinentes ao desenvolvimento e introdução do DMU.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

A presente do trabalho foi desenvolvido em sete capítulos com conteúdo descrito a seguir:

---

O **Capítulo 2** apresenta uma revisão bibliográfica onde é discutida mudança ocorrida nos anos 90 no setor automobilístico brasileiro, fazendo uma breve retrospectiva do mercado automotivo, destacando os fatores que desencadearam uma revolução industrial e comercial nas empresas com o objetivo de impor o seu produto no mercado competitivo atual. Ainda neste capítulo é apresentada a redescoberta da área do desenvolvimento de produto aliada à estratégia da engenharia simultânea. Também é apresentado a tecnologia DMU no desenvolvimento de produto e as ferramentas que envolvem a sua utilização.

O **Capítulo 3** traz os aspectos metodológicos empregados na condução deste trabalho. É apresentado como foi elaborado o instrumento de coleta de dados. Este capítulo mostra também o critério para a seleção das amostras e por fim apresenta como foi realizado o tratamento dos dados pesquisados.

O **Capítulo 4** apresenta a metodologia criada a partir dos quesitos importantes para a implementação do modelo virtual do produto mencionados na revisão bibliográfica para a classificação tecnológica de empresas. Também é apresentado o banco de dados do sistema criado para facilitar a classificação tecnológica. Mostra a estrutura do banco de dados, a sua elaboração e sua aplicação.

O **Capítulo 5** apresenta a aplicação da metodologia demonstrada no capítulo 4, utilizando como exemplo as empresas pesquisadas e faz uma análise das características das empresas em relação ao DMU.

O **Capítulo 6** traz as conclusões do trabalho baseadas nas análises efetuadas nos capítulos anteriores. Terminando o capítulo, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros e conclusões finais.

No **Capítulo 7** é relacionada a bibliografia referenciada., seguida da bibliografia consultada para a elaboração desta dissertação.

**Anexo** traz o questionário utilizado neste projeto de pesquisa.

## **2 O Cenário Produtivo Automotivo**

Neste capítulo serão abordadas as conseqüências da globalização da economia no cenário produtivo automotivo, a redescoberta da área do desenvolvimento de produto como fonte de vantagens competitivas. Serão apresentadas as vantagens e desvantagens do modelo virtual do produto (DMU), os principais quesitos à serem observados na sua implementação e as tecnologias que envolvem a sua utilização como: o uso de sistemas CAx, tecnologias de informação e sistemas de gerenciamento de dados do produto (PDM) e engenharia (EDM). Também será discutida a engenharia simultânea dentro de um contexto globalizado no desenvolvimento de produtos.

### **2.1 Mudança do cenário produtivo - globalização**

O paradigma da produção em massa (Fordismo) foi o predominante até o início da década de 90, quando o mercado nacional foi exposto diretamente à competição internacional promovido pelo governo Collor [1]. A partir daí, as empresas brasileiras começaram a competir tanto no mercado comercial interno como com o externo, com empresas concorrentes de vários países. Era o início da globalização para o Brasil.

As empresas brasileiras estavam, entretanto, despreparadas para esta competição tão acirrada, e os produtos brasileiros tinham dificuldades para disputar no mercado devido ao elevado preço e à baixa qualidade dos produtos. Segundo GIMENEZ & TELLES [1], para maximizar a venda dos nossos produtos era necessário que se realizassem investimentos em novas tecnologias, processos, programas da qualidade, equipamentos e treinamento da mão-de-obra.

Assim, como nos outros setores, o setor automobilístico também aumentou o número de concorrentes e as montadoras deram início a um processo de mudança, centrado, de um lado, na implantação de novas técnicas operacionais e formas organizacionais baseadas no paradigma da produção enxuta e, de outro, na modernização das fábricas com ampliação dos níveis de automação e robotização [2].

---

Outro fator a acrescentar foi que cresceu a demanda de carros no mercado nacional. Segundo o SINDIPEÇAS (Sindicato das indústrias autopeças), o aumento na frota de veículos de 1990 a 1997, foi de 30%, não incluindo os veículos importados. Alguns dos motivos que levaram a este crescimento foram [2]:

- a redução dos preços relativos dos automóveis e o surgimento dos chamados carros “populares”;
- a elevação do nível de renda dos consumidores;
- a expansão do volume e a melhoria das condições do crédito ao consumidor;
- a intensificação do *marketing* e da diferenciação de produtos ampliou a clientela.

Esta competitividade, cada vez mais acirrada, têm forçado as empresas a desenvolver produtos garantindo vantagens competitivas como: custo, rapidez, qualidade e flexibilidade. Neste sentido, as empresas caminham em busca de atividades que realmente agregam valores ao seu produto final para torná-los atraentes para o mercado consumidor.

Atualmente, o consumidor tem mais opções de compra e se tornou mais exigente, desejando um produto diferenciado para atender as suas necessidades e superar suas expectativas. Portanto, um produto será tanto mais competitivo quanto maior for o seu diferencial em relação aos seus concorrentes no que diz respeito ao atendimento das necessidades do consumidor [3].

Em busca deste objetivo as empresas estão reestruturando os seus processos de manufatura e passando a utilizar tecnologias de ponta no ciclo de desenvolvimento de seus produtos. Isso tem ocorrido desde a sua concepção até a reciclagem, envolvendo principalmente as ferramentas de CAE, CAD, CAM, CAPP, sistemas de gerenciamento de informações e gerenciamento da qualidade.

Neste novo cenário competitivo a indústria automobilística está procurando reduzir o tempo de desenvolvimento, pois quanto menor esse tempo maior será a frequência com que novos produtos poderão ser introduzidos no mercado. Para GALINA [4], a empresa que for pioneira no lançamento de um produto têm melhores condições de estabelecer preços, que permitam adequado retorno sobre investimentos com o

---

desenvolvimento, bem como assegurar uma melhor fatia de mercado. Com este objetivo, a indústria automobilística pretende integrar os seus fornecedores para o desenvolvimento de novos produtos e para isso é necessário estudar as condições tecnológicas de seus fornecedores e de que forma o DMU poderá ser implantado.

Frente a este contexto da abertura comercial, as montadoras têm dedicado grandes esforços para atualizar produtos e reduzir os custos operacionais. Para assegurar uma integração eficaz entre a indústria automobilística e seus fornecedores, as montadoras vêm incentivando o aumento da capacitação tecnológica e está passando a ter um número limitado de fornecedores diretos, responsáveis por módulos mais completos e pré-montados. Um exemplo de redução de fornecedores diretos é o da Chrysler do Brasil, que fabrica a *pick-up* Dodge Dakota. Nela todo o chassi juntamente com rodas, suspensão e outras centenas de itens são fornecidos já montados, pela Dana, uma empresa do setor de autopeças. O chassi representa cerca de 35% do volume do automóvel. Além desta, outras montadoras também estão reduzindo o seu número de fornecedores diretos como: a Fiat que em 1989 contava com 500 fornecedores, em 1995 já estava com 200 e ainda planejava reduzir para 140. A Volkswagen em 1995 operava com 490 fornecedores e planejava até o final do ano 2000 estar com apenas 70 fornecedores [5].

Atualmente a garantia de sobrevivência das empresas está na capacidade de se tornarem cada vez mais competitivas. Para tanto, elas devem aprimorar constantemente o seu *know how* e completar o seu ciclo de desenvolvimento de forma cada vez mais ágil [6]. Segundo WERNECK [7] as empresas que investirem primeiro irão conseguir manter uma “fatia” de mercado, quem deixar para investir depois terá que lutar para recuperar esta “fatia”.

*“O sucesso de um determinado setor depende do estabelecimento de parcerias na cadeia produtiva. E a cadeia produtiva começa na concepção de um produto até a sua reciclagem. A visão de conjunto é essencial: nos últimos anos descobriu-se que, ao trabalhar em conjunto, todos os segmentos envolvidos podem ganhar, ou seja, o trabalho em conjunto permite que todos os envolvidos tenham resultados mais favoráveis” [7].*

Para aumentar a sua capacitação tecnológica, as autopeças estão buscando recursos com a formação de fusões, *joint ventures*, e parcerias comerciais entre empresas nacionais e internacionais. Também estão comprando-se a outras empresas com o intuito de assegurar a sua competitividade. O SINDIPEÇAS possui uma relação das empresas do setor automobilístico que se movimentaram até junho de 1999 como consta na Tabela 2.1 [8].

Tabela 2.1: Movimento entre empresas no setor autopeças

FUSÕES	JOINT VENTURE	PARCERIA COMERCIAL e TECNOLÓGICA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dunlop - Getoflex</li> <li>- Donaldson - Filtrobrás</li> <li>- DHB - Maxdrive</li> <li>- Allied - Bendix, Jurid, Garret e Autolite</li> <li>- Becker Holding do Brasil - Eldorado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ZF e Bosch (para fabricação de sistemas de direção servo-assistidos para veículos automotores, na Alemanha, a partir de 99, segundo <i>press-release</i> das empresas.)</li> <li>- Freios Varga e Turner &amp; Newall (grupo de origem inglesa), dando origem à Varga Ferodo (pastilhas e lonas de freio)</li> <li>- Freios Varga e Dana, dando origem à SM-Sistemas Modulares</li> <li>- Acil com Pianfei, Irausa e Sommer</li> <li>- Arteb com Hella</li> <li>- Arteb com a espanhola Fico, dando origem à Ficart (51% capital espanhol)</li> <li>- Trambusti com a canadense Woodbridge (espumas moldadas), dando origem à TWE</li> <li>- Trambusti e Dinavan, dando origem a Trambusti Woodbridge Espumas Argentinas</li> <li>- Tecalon com Dayco Europ Spa (Turim) dando origem à Daytec (começo em outubro de 96) - 60% das ações pertencem à Dayco (Diário do Comércio, 21/3/96)</li> <li>- Diana (artefatos de borracha) e o grupo alemão Contitech (Relatório Reservado, 18/10/96)</li> <li>- Polimetri (barras de proteção lateral) e a empresa portuguesa Arjal (Gazeta Mercantil, 23/6/98)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Silbor (autopeças de borracha) e Mündener Gummiwerk (empresa alemã também do segmento de peças de borracha)</li> <li>*Paschoal e ITW (Folha de SP, 5/4)</li> <li>*Ioschpe e a francesa Lemförder-Nacam (do grupo alemão ZF) para produzir colunas de direção (Exame, 28/1/98)</li> <li>*Wiest e a alemã Zeuna Starker (para fabricação de sistemas de exaustão originais para automóveis, caminhões e motos, Jornal do Commercio, RJ, 7/8/98)</li> </ul>

## 2.2 A Importância atual da área de desenvolvimento de produto

Com a globalização da economia seguido pelo aumento da competitividade no mercado automobilístico brasileiro durante a década de 90, as empresas tiveram e têm de responder à exigências semelhantes às aquelas enfrentadas por empresas internacionais. Estas exigências obrigam as indústrias serem inovadoras, darem atenção ao custo do produto, terem qualidade de produto e de processos, serem flexíveis de volume e de demanda, serem ecologicamente corretas e diminuam continuamente o seu tempo de introdução do produto no mercado.

A competitividade de uma empresa é fortemente relacionada com o desenvolvimento de produto, embora não determinada exclusivamente por esse processo. Porque, de um modo ou de outro, a capacidade da empresa responder satisfatoriamente a todas as exigências que lhe são impostas pelo mercado competitivo é direta e fortemente influenciada pelo desenvolvimento de produto [9].

*Segundo SLACK et al [10] o “objetivo da atividade de desenvolvimento de produto é satisfazer as necessidades dos consumidores, portanto, o desenvolvimento começa no consumidor e termina nele próprio”. O projeto começa com idéias vindas do consumidor e termina na sua tradução em uma nova especificação.*

*O desenvolvimento de produto “é um processo pelo qual uma organização transforma as informações de oportunidades de mercado e de possibilidades técnicas em informações para a fabricação de um produto comercial” [11].*

Desta maneira, este processo vai além do projeto do produto e do processo, englobando relações com outros setores da empresa como a produção, o marketing e a logística, e com o ambiente externo à empresa, como o mercado.

De 75% a 85% do total do custo de um produto, em todo seu ciclo de vida, é determinado nos estágios iniciais do seu projeto [12].

A atividade de desenvolvimento do produto tem um efeito importante no custo de sua produção, pois, muitas das decisões tomadas durante o projeto de produto

---

definirão grande parte de seu custo. Faz sentido, portanto, avaliar as diversas opções com as quais o projetista se depara em termos de seu efeito no custo de manufatura.

Os projetistas devem elaborar projetos que são [10]:

- de alta qualidade: significa produzir projetos de produto ou processos isentos de erros, que atingem seu propósito de maneira efetiva e criativa;
- produzidos de maneira veloz: produzir produtos, serviços ou processos que vão da concepção à especificação detalhada no tempo mais curto possível;
- produzidos com confiabilidade: realizar projetos que atendem ao prazo de conclusão combinado e planejado;
- produzidos flexivelmente: realizar projetos que mudaram para incorporar idéias ou exigências novas e emergentes;
- produzidos com baixo custo: significa realizar projetos de forma que a atividade de projeto não tenha consumido recursos excessivos durante o processo de desenvolvimento do produto.

Para ser fonte de competitividade, o próprio processo de desenvolvimento de produtos precisa ser eficaz e rápido. Desta maneira torna-se necessário a utilização de metodologias e ferramentas tecnológicas capazes de proporcionar tais atributos a esse processo. Dentre as metodologias pode-se citar a engenharia simultânea e o desdobramento da função qualidade (QFD). Como ferramentas tecnológicas pode-se destacar o uso de sistemas CAx e a utilização do DMU na prototipagem virtual.

Um exemplo de desenvolvimento de produto na indústria automobilística é a Volkswagen do Brasil que leva cerca de 18 a 24 meses para desenvolver um novo produto e lançá-lo no mercado [13]. Neste caso, o primeiro passo do ciclo do desenvolvimento de produto é o uso do QFD, ou seja, ouvir a voz do cliente. Em seguida o programa é iniciado com os *lay-outs* do veículo, em sistemas CAD 3D que possibilitam verificar a facilidade de montagem, acesso para manutenção, interferências, movimentos de suspensão e direção, etc.. Muitos dos componentes como câmbios, motores, caixas de direção são projetados pelos fornecedores, e nesse caso a função da engenharia da Volkswagen é especificar e instalar esses



---

componentes, fazendo todas as análises de desempenho necessárias, cuidando também da interação correta de todos os sistemas e garantindo o conforto, estabilidade, durabilidade e desempenho do veículo.

Seguindo o *lay-out*, vêm a fase do protótipos físicos, ou seja, veículos especiais usados exclusivamente para a verificação final de montagem, interferências e facilidade de manutenção. As peças utilizadas nesta fase podem ser de qualquer material (madeira, plástico, etc) desde que mantenham a forma da peça final. Em seguida todas as peças estruturais são calculadas por elementos finitos para garantir a resistência e durabilidade das mesmas. Após os cálculos são construídos os protótipos mecânicos para confirmação dos cálculos estruturais, testes de desempenho, avaliação de conforto e isolamento acústica. Por fim, é feito um protótipo de engenharia com peças obtidas através do processo de produção, com materiais de produção, no qual é realizado o teste de durabilidade em estradas e pistas especiais [13].

Como pode ser notado, neste modelo de desenvolvimento vários componentes são projetados pelos fornecedores da Volkswagen. Denota-se assim a importância da integração eficiente entre as empresas, bem como utilidade do DMU como ferramenta para reduzir o tempo de desenvolvimento de produto. A partir dele pode-se realizar testes virtuais com o componente já durante o seu desenvolvimento, podendo assim identificar e corrigir problemas ainda no estágio inicial do projeto.

A utilização da engenharia simultânea melhora a interação das etapas do processo de desenvolvimento do produto. Este assunto será melhor abordado a seguir.

### **2.3 A Engenharia Simultânea num contexto globalizado**

Para obter vantagens competitivas a indústria automobilística está implementando novas metodologias de desenvolvimento de produtos. Segundo FITZGERALD [14], para que os processos ocorram cada vez mais de forma simultânea, deve-se utilizar a estratégia da engenharia simultânea (SE) e a tecnologia DMU .

A SE é utilizada como solução para o aumento da eficiência e para a redução do tempo de desenvolvimento de produto [9].

O processo de desenvolvimento convencional (serial ou seqüencial), onde os sistemas para o desenvolvimento de produto não se comunicam e diferentes funções são realizadas de modo seqüencial, provoca atrasos na concepção final do produto, pois durante o projeto se dificuldades aparecerem em uma atividade, isto pode exigir que o projeto fique parado, enquanto a responsabilidade volta para a etapa anterior [10].

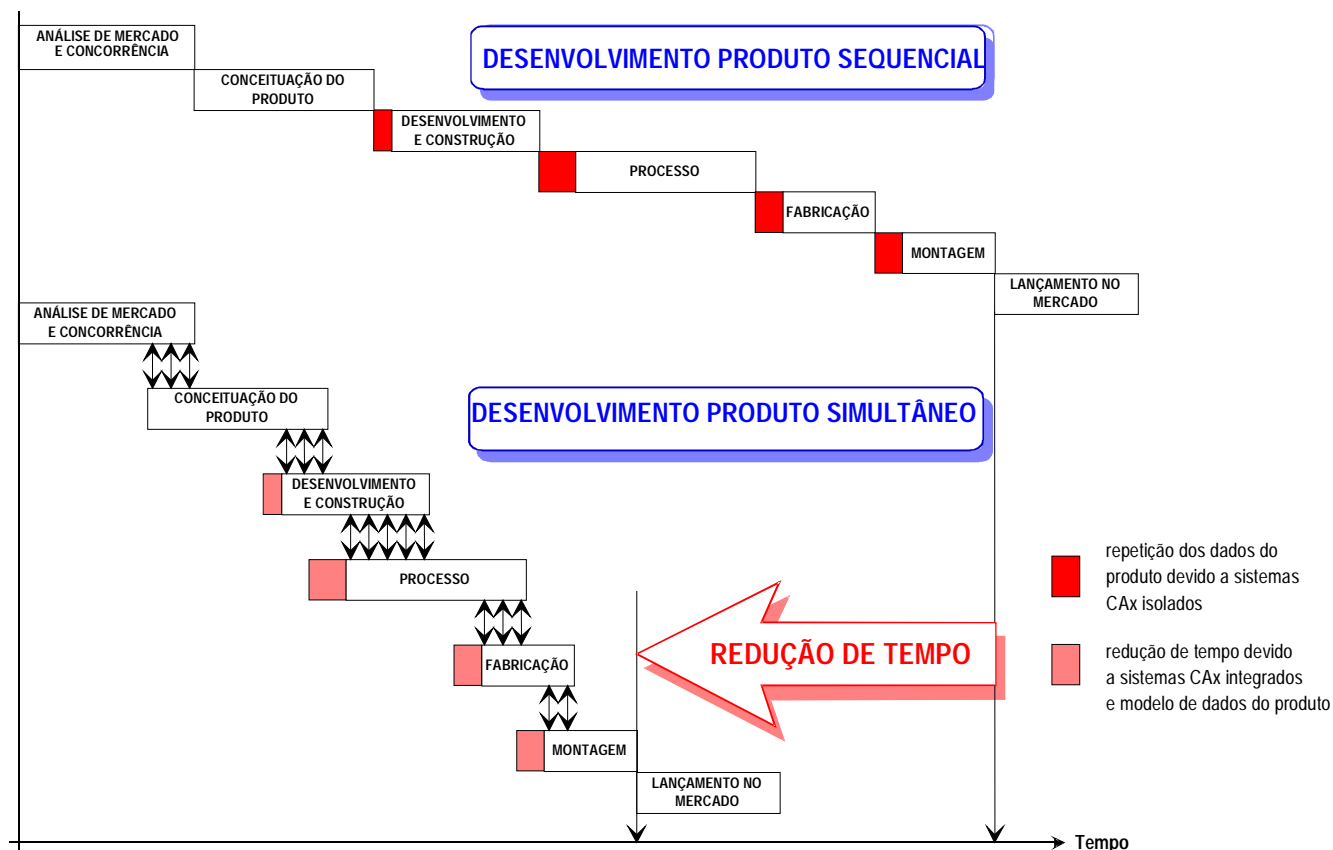


Figura 2.1: Desenvolvimento simultâneo X desenvolvimento convencional [15]

A SE promove o desenvolvimento simultâneo de atividades diferentes, em oposição ao processo convencional, ou seja, uma atividade começa antes que a anterior esteja concluída, de forma que haja trabalho simultâneo por isso reduz o tempo de desenvolvimento de produtos. Com a utilização da estratégia da engenharia simultânea no desenvolvimento de produto tem-se um maior conhecimento do produto, já no início de desenvolvimento, aumentando desta maneira a liberdade para decisões no estágio inicial do desenvolvimento, diminuindo os custos do produto final (Figura 2.1).

A SE é uma das estratégias industriais que tem sido utilizada para reduzir o tempo de desenvolvimento de produtos, unindo esforços de diversos profissionais com diferentes especialidades, que trabalham em grupos de forma cooperativa. Para GALINA [4] é evidente que a integração entre esses profissionais deve ser a melhor possível para que a utilização da engenharia simultânea obtenha êxito.

Algumas das vantagens da abordagem da SE são: a redução do número de problemas de produção, especialmente problemas de qualidade, a redução dos custos de desenvolvimento e um retorno mais rápido sobre o investimento [10]. Tal fato pode ser verificado, por exemplo, número crescente de empresas vêm alcançando vantagens competitivas surpreendentes com o uso da SE, conforme pode ser observado na Tabela 2.2.

Tempo de desenvolvimento	30 – 50% menor
Mudanças de Engenharia	60 – 95% menor
Refugos e Retrabalhos	75% de redução
Defeitos	30 – 85% menor
Tempo de introdução do Produto	20 – 90% menor
Freqüência de Falha de componentes	60% menor
Qualidade em geral	10 – 600% maior

*Tabela 2.2: Resultados da introdução da Engenharia Simultânea [3]*

Outros benefícios trazidos pela SE, juntamente com uma base de dados do produto única [16]:

- Sempre trabalhar com a versão correta do modelo do produto;
- Avaliação dos processos fabris o mais cedo possível;
- Melhor gestão da estrutura do produto;

- Melhor uso de peças padronizadas;
- Acesso rápido e fácil aos dados do produto;
- Administração acompanha as tarefas e estados em tempo real.

Para o desenvolvimento do produto de forma simultânea o ambiente de trabalho deve ser adequado, permitindo uma forte interação das pessoas envolvidas nos processos de desenvolvimento, seja no compartilhamento de dados de projeto ou na tomada decisões em grupo.

Em síntese, a SE propicia um aumento das habilidades, motivação e adaptabilidade dos envolvidos. Tal efeito é importante diante das constantes mudanças que ocorrem nos processos de desenvolvimento, sejam técnicos ou organizacionais. Promove-se desta forma o aprendizado tecnológico e melhor utilização dos recursos presentes na organização [6].

## **2.4 A Implementação do Digital “Mock-up” no desenvolvimento de produto**

O DMU é a visualização, simulação e análises de complexos dados em sistemas CAD 3D em um mundo virtual [17].

A utilização do DMU em um ambiente de engenharia simultânea permite a utilização da engenharia virtual, ou seja, a utilização de um modelo virtual do produto. De acordo com BAAKE [18] os projetistas envolvidos no desenvolvimento do produto podem realizar simulações de forma realística no computador, eliminando desta forma os primeiros protótipos físicos do produto, o que resulta em um produto com menor custo (Figura 2.2).

Por exemplo, um estudo comparativo em termos de custo com o modelo virtual aliado à ES, levantou-se uma economia de US\$1,5 milhões no desenvolvimento dos protótipos na EMBRAER [6].

Como pode ser visto nas Figura 2.2 com a utilização do DMU no desenvolvimento de produto os projetistas tem um maior conhecimento do projeto em um tempo menor do que o desenvolvimento de produto convencional. Desta forma os projetistas

podem tomar decisões já no estágio inicial do desenvolvimento, ou seja, tem uma maior liberdade de mudanças no desenvolvimento do produto, por ter um conhecimento mais amplo do projeto. Elaborando desta maneira, um projeto com qualidade, e conseqüentemente diminuindo o custo final do mesmo. Um desenvolvimento de produto com qualidade, reduz, no estágio de manufatura, o custo devido aos retrabalhos, ocorridos por erros de projeto.

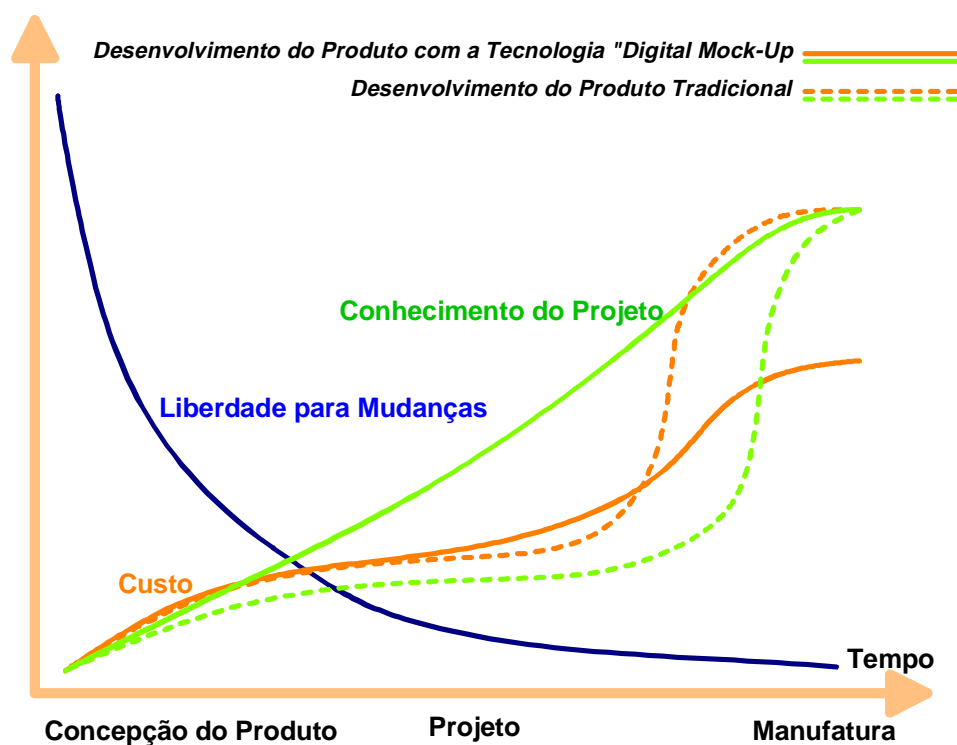
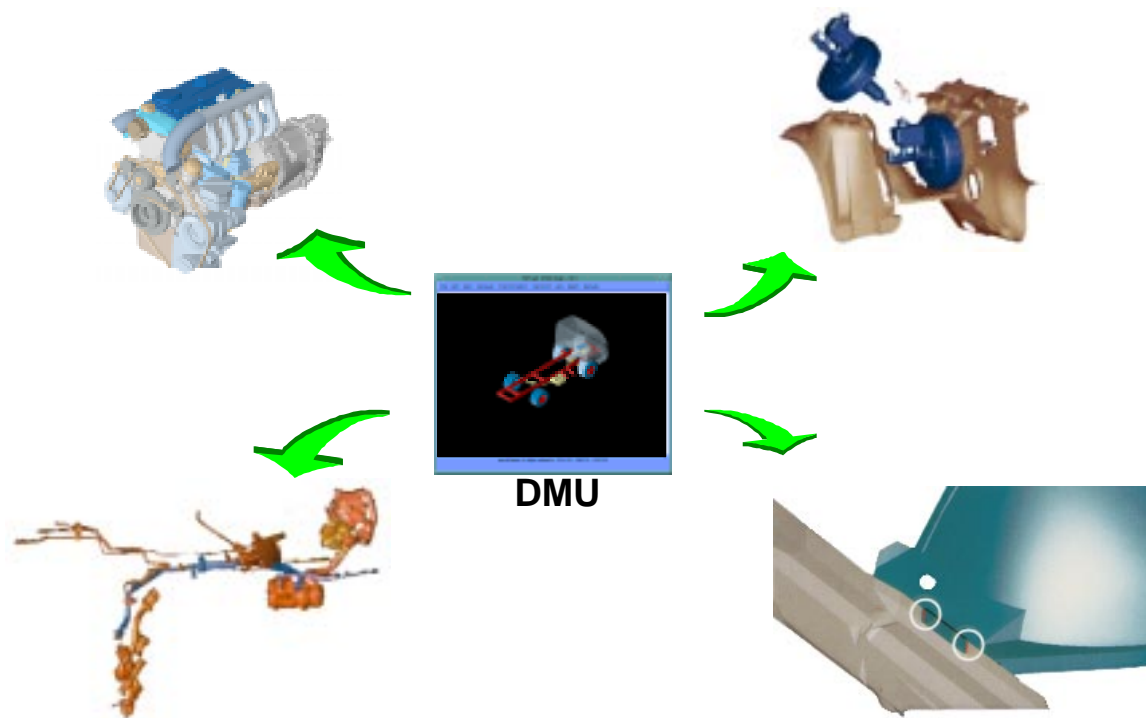


Figura 2.2: Curva de conhecimento desenvolvimento de produto tradicional X virtual [17].

Antes, para se projetar um veículo utilizava-se protótipos físicos, que eram construídos sem tolerâncias apertadas. Nestes, dificilmente se descobria se um erro era no projeto ou no protótipo, também de ser difícil de coordenar as diferentes idéias dos engenheiros e projetistas. A partir do momento que os sistemas CAD incorporaram características 3D ainda não era possível testar o veículo inteiro no computador devido à complexidade dos dados e às diferenças na estrutura dos mesmos. Em conseqüência haviam altos custos de modificações no projeto e, o que era pior, atrasos no processo de desenvolvimento [19]. Com a implementação do DMU no desenvolvimento do produto, aliado ao avanço das tecnologias

computacionais, os projetistas podem testar o veículo inteiro. Projetistas utilizam sólidos ou modelos de superfície em partes individuais do veículo (cabine do veículo, carcaça, suspensão, etc.), dentro de arquivos digitais, e estes desenvolvem o produto com o auxílio do DMU (Figura 2.3). O DMU identifica os elementos com problemas e envia relatórios on-line para os projetistas envolvidos e estes corrigem a falha já no estágio inicial do desenvolvimento [19].

Através dele, as simulações realizadas com o produto é possível verificar, por exemplo, as falhas de montagem do produto, colisões entre componentes, espaços disponíveis para passagem de cabos e para acessórios, etc.. Segundo FITZGERALD [14] estes problemas podem ser claramente identificados e corrigidos pelos projetistas, ainda no estágio inicial do desenvolvimento.



*Figura 2.3: Ambiente digital mock-up [19]*

A utilização dos sistemas CAx, DMU e um sistema de gerenciamento de dados do produto, fornece as informações completas, eficientes e otimizam o processo de desenvolvimento de produto [17]. Quando combinado o uso desses sistemas com a engenharia simultânea, os projetistas têm o conhecimento do produto em fases iniciais do projeto e podem trabalhar desde o princípio na direção certa do processo

de desenvolvimento.

O DMU permite que outras áreas, como a manufatura e assistência técnica, tenham acesso às informações do produto, ainda em tempo de projeto, e fomentem com dados relativos a tais áreas [6].

Segundo a organização OPENDMU [20] para conseguir um rápido resultado e retorno dos investimentos, três fatores têm que ser considerados: tecnologia, processos e os funcionários. A empresa deve ter uma visão global através de softwares integrados no desenvolvimento para que eles não se tornarem ilhas de soluções. Algumas responsabilidades devem ser atribuídas pelas empresas para a implementação do DMU:

1º : para qualidade na segurança dos dados deve-se:

- nomear os membros responsáveis pelas informações;
- ter uma estrutura para armazenagem dos dados, etc..

2º: criar um departamento central do DMU: onde os funcionários trabalham 100% na prototipagem virtual e suas responsabilidades são:

- procurar os dados, por exemplo, obter o fluxo dos dados;
- checar regularmente o andamento DMU;
- comunicar a evolução e os resultados para o departamento de projeto.

3º: para o desenvolvimento descentralizado do DMU:

- cada projetista é responsável por sua parte no DMU e libera partes do projeto para o departamento central DMU;
- deve-se capacitar o projetista através de treinamentos.

4º: integração dos fornecedores:

- definição de interfaces com fornecedores
- compromisso de o fornecedor conferir seu modelo no DMU.

.5º: integração ou interfaces com sistemas PDM.

Os benefícios alcançados com o uso da tecnologia DMU, os problemas enfrentados na implementação e as dificuldades que devem ser solucionadas na utilização do

DMU pode ser visto na Tabela 2.3.

BENEFÍCIOS	PROBLEMAS e DIFICULDADES
Diminuição do tempo de desenvolvimento.	Os dados disponíveis em CAD 3D são menores que 100% e, muitas vezes menores do que 50%.
Os dados e informações estão disponíveis mais cedo para todas as unidades envolvidas.	Perda tempo na procura de dado.
Otimização dos processos.	A implementação só é possível mediante otimização de processos.
Aumento da qualidade da descrição do produto.	Qualidade dos dados não é suficiente.
Permite a identificação dos defeitos no estágio inicial do desenvolvimento.	São necessários investimentos.
Aumento da flexibilidade durante o desenvolvimento de produto.	Interfaces entre diferentes sistemas.
Redução dos custos	Integração de parceiros e fornecedores.

*Tabela 2.3: Benefícios e dificuldades na implementação do DMU [19], [20]*

O ambiente de trabalho que envolve novos sistemas tecnológicos impulsiona as empresas a necessários investimentos na qualificação do trabalhador, como meio de competir no mercado globalizado. Quanto maior o nível educacional do trabalhador melhor será o potencial para a adaptação à mudança na estrutura do trabalho [21].

Apesar de toda esta tecnologia disponível um fato não pode ser mudado: as pessoas é que são responsáveis no desenvolvimento de um produto. O uso de toda essa tecnologia integrada requer uma reestruturação nos processos de desenvolvimento e estruturas de recursos humanos já existentes.

Para se alcançar o sucesso na implementação do DMU aliado a engenharia simultânea é necessário ter apoio de todos os projetistas. Eles devem entender que estes avanços tecnológicos vêm apoiar o trabalho deles. Toda a mudança começa na administração, ou seja, ela têm que motivar os seus empregados sobre estas mudanças e os apoiar durante toda a sua implementação [20].



As integrações entre empresas tendem a intensificar os fluxos de informações entre elas. Facilita a produção orientada para o cliente, reduz os custos dos produtos e diminui os prazos de entrega. Segundo MARMOLEJO [16] a integração entre as montadoras e seus fornecedores incorpora inovações tecnológicas e implica na redução dos fornecedores diretos.

São vários os fatores que devem ser estudados para realizar a integração entre empresas. E, para uma integração eficiente é necessário verificar alguns fatores que serão abordados a seguir.

#### **2.4.1 Aplicação de sistemas CAx no desenvolvimento de produto**

O uso dos sistemas CAx contribuem ao sucesso da engenharia simultânea. Estes sistemas integrados dentro de uma estratégia de engenharia simultânea pode fornecer a base tecnológica necessária para melhor comunicação e compartilhamento de informações entre os integrantes da equipe [22].

A primeira fase do processo de desenvolvimento é feita com o auxílio de um sistema CAE (Engenharia Auxiliada por Computador), onde se define o produto [23]. O sistema auxilia a determinação das especificações tecnológicas do produto como, dimensões, resistência dos materiais e análise de tensões, através da construção e teste de protótipos virtuais [22]. A utilização do CAE pode reduzir custos e diminuir o tempo de lançamento de novos produtos. A seguir, passa-se para fase de especificação e geração dos desenhos das partes e peças em um sistema CAD (projeto auxiliado por computador), integrado com o CAE.

Na escolha de sistemas CAD/CAE, deve-se atentar para a facilidades de integração entre os sistemas, muitos dos sistemas CAD já possuem integradas vários módulos para sistema CAE. Os problemas causados por sistemas CAD/CAE incompatíveis serão discutidos no tópico 2.4.2.

Os sistemas CAD mais simples se baseiam em modelamento 2D que produzem plantas e elevações do projeto de uma forma semelhante aos desenhos convencionais feitos em prancheta. Os sistemas mais sofisticados são baseados em modelamento 3D que são capazes de representar exatamente um objeto de forma tridimensional, sendo também são empregados para gerar lista de materiais e outros

---

conjuntos de instruções para as atividades subsequentes de produção [10], [21], [23].

Algumas das vantagens do sistema CAD são a sua capacidade de armazenar e recuperar dados de projeto rapidamente, as alterações podem ser feitas muito mais rápidas e o uso de bibliotecas padronizadas de formas e elementos construtivos para diminuir a possibilidade de erros no projeto [10].

Os sistemas CAD também podem funcionar como ferramentas de entrada no sistema CAM. E, o CAM desenvolve as atividades de planejamento de processos e operação, além da: geração, transmissão e controle de execução de programas CNC. Segundo MOURA [23] o CAM engloba uma série de atividades, independentes, que possuem suas próprias tecnologias associadas como: o CAPP (Planejamento de Processos Auxiliado por Computador), o CAP (Produção Auxiliada por Computador), o CAT (Teste Auxiliado por Computador) e o CAQ (Qualidade Auxiliada por Computador).

Outro sistema bastante utilizado no desenvolvimento de produto também é o CAPP que consiste na documentação das operações, das ferramentas, dos recursos, da elaboração do planejamento do processo, partindo de dados e especificações do projeto. Estas informações são utilizadas para elaborar um plano de produção e neste são feitos o seqüenciamento e o detalhamento das operações, cálculos de capacidade, carga-máquinas, tempos de preparação e de operação, além de fornecer uma estruturação de banco de dados útil para a aplicação de tecnologia de grupo e associar programa para máquinas CNC [12]. Portanto, além de reduzir as tarefas do processista, o sistema oferece um seqüenciamento de produção racional e consistente [22].

Para tanto é preciso ter uma base de dados comum e compatível entre os sistemas CAE/CAD para que os arquivos possam ser recuperados para o CAPP.

Segundo LESSA [22] a simples implementação desses sistemas CAx não representa uma melhoria no ciclo de desenvolvimento de produto em engenharia simultânea, havendo com eles apenas o aumento da produtividade nas operações individualmente, pois o retrabalho entre as fases do projeto continuará existindo. Somente a integração desses sistemas irá aumentar a interface entre

engenharia/projeto e projeto/processo e vice-versa, o que facilita a comunicação entre todos os envolvidos no desenvolvimento. Disso obtém-se melhores desempenhos nas atividades do ciclo de desenvolvimento e reduções de tempo, além do custo no processo todo.

#### **2.4.2 Troca de Informações entre sistemas CAx**

Uma das ferramentas mais utilizadas para o desenvolvimento do produto são os sistemas CAD/CAM. Estes sistemas são ferramentas indispensáveis para agilizar o processo de desenvolvimento do produto.

Para a integração total entre as montadoras e os seus fornecedores no desenvolvimento de produtos é necessário que estes possuam sistemas CAD/CAM compatíveis ou interfaces para facilitar a comunicação entre eles. Pois, como foi mencionado anteriormente estes sistemas são indispensáveis para agilizar o desenvolvimento de produto. A integração eficiente está baseada na tecnologia dos parceiros e nas condições para processos de integração.

No desenvolvimento de produtos, as indústrias automobilísticas trabalham com sistemas CAD diferentes e exigem que seus fornecedores trabalhem dentro do mesmo sistema, com o objetivo de facilitar a comunicação e a transferência de dados de projetos.

Outro lado a ser considerado é que as empresas automobilísticas utilizam sistemas CAD de grande porte cujo custo é bastante elevado para grande parcela dos fornecedores. Por exemplo: a Mercedes Benz trabalha com o sistema Catia, a Ford com o sistema I-DEAS, a General Motors com o sistema Unigraphics e a Volkswagen com o Catia. Portanto, um fornecedor que atende as quatro indústrias automobilísticas teria que possuir os três sistemas Catia, I-DEAS e Unigraphics. Na Figura 2.4, pode ser observado os sistemas CAD mais utilizados pelas indústrias automobilísticas. Diante deste fato os fornecedores são obrigados a recorrer a normas de transferência de dados disponíveis atualmente no mercado (IGES, STEP, VDA-FS, DXF, SET, etc.).

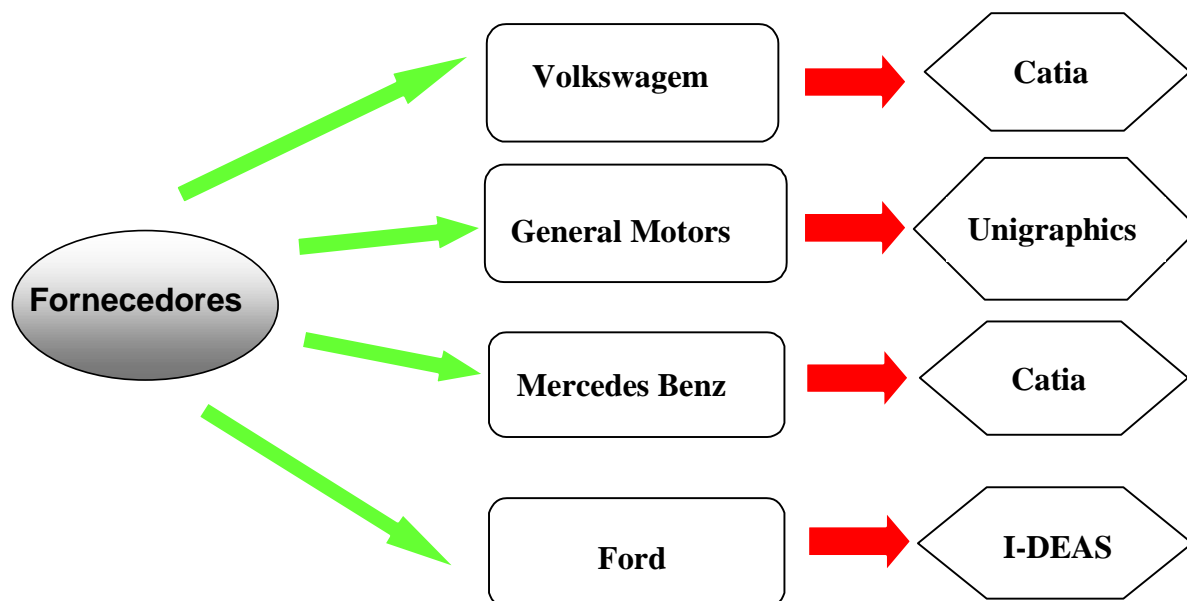


Figura 2.4: Sistemas CAD utilizados pelas indústrias automobilísticas [24]

A transferência de dados de projetos de CAE/CAD/CAM desenvolvidos em sistemas de fornecedores diferentes é sempre problemática. Os padrões existentes como IGES (EUA), VDA-FS (Alemanha) e SET (França) e as ferramentas de software específicas para traduzir os dados de projeto de um sistema CAD para outro ainda se mostram deficientes. Segundo FRANCO [25], as possibilidades de distorção e perda de dados estão sempre presentes, o que acaba causando retrabalhos e atrasos na entrega dos projetos.

Empresas que costumam realizar grandes volumes de trocas de dados com parceiros e fornecedores, chegam a gastar milhões de dólares na compatibilização dos dados. Por exemplo, a BMW declarou que gasta US\$ 6 milhões anuais com esta finalidade [25].

Em uma cooperação entre montadoras e fornecedores é necessário transferir e interpretar facilmente os dados de projeto. Os usuários de sistemas CAD e empresas representativas de vários setores da economia mundial se uniram em torno da tarefa de especificar um formato de armazenamento de dados definitivos, as normas STEP (*Standartd for the Exchange of Product Model Data*). O esforço

agora é global e resultou na norma ISO10303 [26].

A proposta é ter uma linguagem universal de transferência de dados, capaz de suprir as deficiências dos padrões anteriores e abranger todas as etapas do processo de produção. Enquanto os padrões anteriores previam somente os dados geométricos do produto, as normas STEP prevêem todo o ciclo de vida, da concepção à reciclagem. Assim estas normas abrangem também: estilo, concepção, projeto, avaliação, ferramentas de fabricação e controle de qualidade, reciclagem, etc. [25].

A norma STEP é um formato neutro que isenta os usuários de formatos de dados específicos dos fabricantes dos sistemas CAD [14].

As grandes empresas envolvidas com sistemas CAD participam desenvolvendo pré e pós-processadores, e algumas já dispõe de produtos que operam com as normas STEP (Tabela 2.4).

A associação ProSTEP, realizou mais de 250 testes com os softwares mencionados na Tabela 2.4, para verificar a qualidade da tradução entre os sistemas e obteve-se um bom resultado na maioria dos testes. Pode-se observar que os primeiros 90% da tradução foi obtida facilmente, os 10% remanescentes causaram mais trabalho para se obter um bom resultado [26].

<b>Sistema/Versão</b>	<b>Fornecedor do procesador STEP</b>
CADDS v.7.1.0/43.127	Computervision
CATIA Solutions v.4 Release 1.8 FR 4.1.8	Dassault Systèmes
CATIA v.4.1.8	Debis
Euclid Quantum v.1.2	Matra Datavision
I-DEAS Master Séries 5	SDRC
EMS 03.02.00.29	Intergraph
Pro/Engineer v.18	PTC
CoCreate Solid Designer 05.10P0806	CoCreate
Unigraphics v.13.0	Unigraphics Solutions

*Tabela 2.4: Sistema/Versão disponibilizado com padrão STEP [26]*

---

O sucesso das normas STEP, irá depender de como os fornecedores de sistemas CAD implementarão seus sistemas assim como do interesse do setor automobilístico em efetivamente adotar este padrão. Somente os sistemas CAD cujos bancos de dados forem originados em STEP oferecerão reais benefícios, pois serão capazes de armazenar completamente os projetos com informações geométricas e tecnológicas de todos os produtos, podendo assim os seus usuários transferir dados a todos os seus clientes sem causar retrabalho.

Com este sistema implementado as indústrias poderão aumentar a sua eficiência global de um modo significativo e serão capazes de fornecer um serviço melhor para seus clientes.

O modelamento geométrico utilizado pelas empresas também é um fator importante para a implementação do DMU. Para a visualização do produto e a utilização da engenharia virtual, é necessário que as empresas trabalhem com modelos que permitam a visualização volumétrica do produto. Para isso, são necessários a utilização de sistemas CAD com modelos geométricos 3D, que permitem esta visualização.

A pressão exercida sobre as empresas em busca de uma vantagem competitiva, faz com que elas procurem uma diferenciação também na seleção de novas tecnologias. Portanto, o valor estratégico da seleção e implantação corretas de novas tecnologias tornaram fatores determinantes no sucesso das empresas [27].

É necessário, portanto, uma identificação do nível tecnológico de empresas para uma implantação bem sucedida de novas tecnologias, dentre as quais, os sistemas CAD/CAM estão entre as tecnologias mais modernas e estratégicas disponíveis no mercado. Segundo PEDRA [28] as empresas armazenam grande parte das informações referente aos seus produtos em seus sistemas CAD/CAM.

Fatores organizacionais e culturais de cada empresa também tem que ser levados em consideração, desde o início do processo de implementação de novos sistemas tecnológicos.

Devem ser consideradas questões como tempo de aprendizado e compartilhamento de dados entre os diversos departamentos. E, os aspectos humanos são

---

freqüentemente muito mais importantes para o sucesso de projetos do que fatores técnicos.

### **2.4.3 Meios de trocas de informações entre empresas**

O uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) são os suportes necessários e fundamentais para a competitividade e integração da indústria automobilística e seus fornecedores. Ele permite ligar estratégias de negócios, gerenciamento de empreendimentos, engenharia de produtos e arquitetura de sistemas em um ambiente colaborativo de alta eficiência que desenvolve sinergia entre equipes [29]. Para uma integração eficiente é necessário ter um meio seguro para transferência de dados e documentos.

Para uma comunicação entre empresas eficiente, estas têm que incorporar tecnologias de informação e de telecooperação multimídia, como exemplo videoconferência, Internet, etc. nos fluxos dos processos de desenvolvimento de produto. Todos os meios, imagem, áudio e dados podem ser transportados através de um canal. A transferência de dados envolve recursos como: rede de telecomunicações, softwares, normalizações, padronização das práticas comerciais e dos dados a serem transmitidos. Devido aos custos envolvidos atualmente nem todos os fornecedores da indústria automobilística têm acesso a tal tecnologia [30].

As atividades de desenvolvimento distribuído de produtos entre fornecedores, parceiros e clientes necessitam da integração das ferramentas TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação), pois os membros envolvidos no desenvolvimento, independente de sua localização geográfica, precisam se comunicar, compartilhar e transferir conhecimentos. Esta forma de trabalhar em um sistema colaborativo é também conhecida como *groupware*.

*VALLE [29] define groupware "como sendo o uso apropriado e integrado de um conjunto de ferramentas e de tecnologias de informação e comunicação de modo a desenvolver o networking interno e externo nas organizações. Suas principais funções são: compartilhamento de arquivos, correio eletrônico, vídeo conferência e o workflow".*

Dentro das ferramentas TIC, o mais utilizado é o correio eletrônico, que nada mais é

---

do que uma combinação de telefone, fax e correio, só que muito mais rápido. Alguns dos seus benefícios são: redução dos custos em relação a ligações internacionais; a possibilidade de anexar arquivos digitais às mensagens recebidas e re-enviar a mesma para grupos de pessoas pré-estabelecidas; responder e encaminhar o documento mantendo registro das informações transmitidas.

Já a vídeo conferência reduz o tempo de deslocamento e fortalece o processo de tomadas de decisões devido a sua característica de exibir documentos na tela, através de uma câmara especial e não somente imagens das pessoas envolvidas na reunião à distância [29]. Isto caracteriza um bom ambiente colaborativo para desenvolvimento de projetos.

O *workflow* é baseado em documentos digitais ou em papéis que podem ser digitalizados por um *scanner*. Toda a trajetória do documento nas fases como, preparação, comentários, verificações, aprovação, validação e emissão são mapeados por uma tecnologia chamada EDMS (*Enterprise Document Management System*) [4], [29]. O documento é compartilhado entre as equipes sem sair do servidor através de redes corporativas cliente-servidor ligados à Internet.

Portanto, toda informação deve estar disponível em um servidor, que são computadores de maior porte, para se ter a certeza de estar trabalhando com as informações devidamente atualizadas, em tempo real, para maior garantia de qualidade e precisão [19], [29].

Atualmente as montadoras brasileiras utilizam o intercâmbio eletrônico de dados (*Electronic Data Interchange - EDI*). O sistema EDI executa o envio eletrônico de documentos a uma caixa postal que é acessada pelos fornecedores. O EDI é considerado como “*uma técnica de formatação transacional de computador a computador*” [28] e caracteriza-se por integrar sistemas aplicados a transações entre diferentes organizações mantendo a independência e sigilo [16].

Num futuro próximo a Internet deverá ser o sistema que se perfilará como modelo padrão de transmissão de dados via EDI, já que esta permitir a um número maior de pequenas empresas o acesso a esta tecnologia [16]. A Internet ainda não é um meio seguro para a transferência de dados. Evidentemente o progresso e o avanço das tecnologias, consolidarão os sistemas como: WEB, Internet, Videoconferências



como meios de comunicação [28].

A Volkswagen têm uma estrutura interligada de executivos e colaboradores das filiais brasileiras, da Audi e da Volkswagen da Alemanha, que permite total integração com os processos e soluções utilizadas no exterior, principalmente na área de desenvolvimento de produto, logística, produção, qualidade e vendas. O treinamento de seus técnicos, engenheiros e especialistas está sendo feito através de vídeo conferências.

A Mercedes-Benz utiliza um sistema EDI chamado SWAN, onde consegue manter-se conectada com sua matriz na Alemanha, na sua fábrica em Juiz de Fora e com alguns dos seus fornecedores. Todas as informações estão em três servidores localizados em três plantas fabris, que trocam informações entre si (Figura 2.5). Várias áreas estão em contato com fornecedores em diferentes fases do processo de criação do produto e vários documentos são trocados [19].

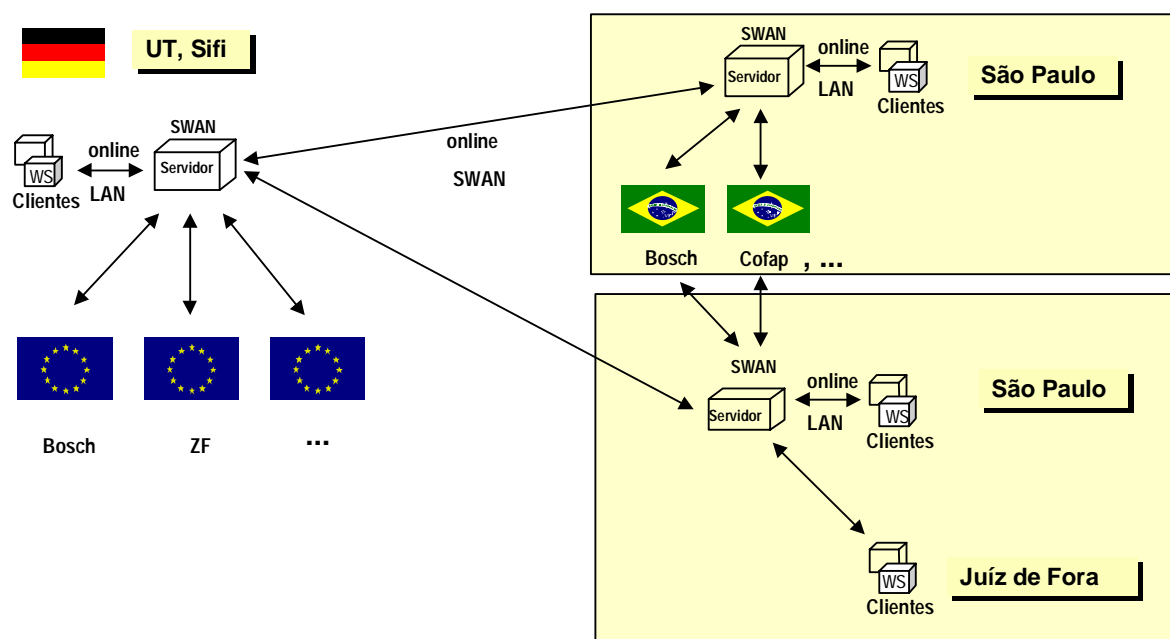


Figura 2.5: Rede de informações Mercedes-Benz - Fonte: VITAL et al., 1998 [19].

A crescente complexidade nas relações entre as montadoras e um grupo selecionado de fornecedores torna fundamental a utilização de EDI. O uso das TICs facilita a coordenação e a colaboração das pessoas envolvidas no projeto, no

---

desenvolvimento e na manufatura, integrando essas áreas com um conjunto de ferramentas computacionais que permitem a aplicação da engenharia simultânea [16].

A integração entre empresas também pode ser auxiliada através de um suporte computacional para trabalho cooperativo (*Computer Supported Cooperative Work – CSCW*). O CSCW é uma área de pesquisa cujo objetivo é proporcionar suporte computacional adequado para que as pessoas possam interagir cooperativamente [4]. Ela se preocupa especialmente com a comunicação e cooperação/colaboração entre pessoas e com a coordenação das atividades em grupo.

As empresas precisam juntar todas as equipes, parceiros, fornecedores e clientes em um ambiente colaborativo de alta eficiência que é obtido somente mediante o uso integrado das ferramentas TIC.

#### **2.4.4 Gerenciamento de informações**

É necessário definir interfaces padrão e modelos unificados para alcançar comunicação eficiente entre empresas (clientes-fornecedores). É preciso ter os dados atualizados do produto disponíveis todo o tempo; estes podem ser armazenados em um banco de dados central e ser independentemente acessível de várias localizações [28].

Os sistemas de gerenciamento de dados de engenharia (*Engineering Data Management - EDM*) e o gerenciamento de dados do produto (*Product Data Management - PDM*) são ferramentas utilizadas para gerenciar informações de processos, administrar documentos e controlar sua geração, liberação e modificação [14].

Segundo EIKON [31], fabricante de sistemas EDM/PDM, estes sistemas são ferramentas voltados a aumentar a produtividade e são responsáveis por gerenciar toda a informação relacionada com os produtos da empresa, arquivos digitais, registros de bancos de dados, além de permitirem o gerenciamento de todo o ciclo de vida dos produtos, incluindo lançamentos de produtos, gestão de mudanças e processo de aprovação.

---

Portanto, toda esta tecnologia EDM/PDM tem como função capacitar a empresa à:

- implantar ambientes de engenharia simultânea;
- gerir informações, processos;
- focar a comunicação organizacional;
- prover integridade a informação;
- suportar o processo de tomadas de decisões;
- suportar mudanças culturais (reestruturação na organização do trabalho).

Para a empresa, o uso destas tecnologias melhora a sua competitividade através da melhor utilização de investimentos já efetuados em outras tecnologias; do aperfeiçoamento de procedimentos operacionais; do suporte ao intercâmbio de informações com os parceiros; do atendimento aos requisitos de padrões da indústria e do governo e desenvolve habilidades para utilização de tecnologias futuras.

As metas com a utilização dos sistemas EDM/PDM são[31]:

- redução dos tempos de planejamento e de construção;
- processamento paralelo do projeto através de equipes interdisciplinares na direção de uma engenharia simultânea;
- aumento da segurança dos dados;
- recursos apropriados de controle e de gerenciamento.

De fato os sistemas de EDM/PDM atuais oferecem uma plataforma de integração de todas as pessoas e sistemas participantes do processo de desenvolvimento, mas não contribuem diretamente para que este trabalho conjunto possa ser coordenado de forma objetiva e efetiva [18]. Neste sentido a área de pesquisa de informática do grupo Daimler-Chrysler ocupa-se com a elaboração de um conceito, com o qual futuramente os processos construtivos, distribuídos geograficamente entre os seus colaboradores e parceiros, possam ser coordenados dentro do processo de desenvolvimento [32].

---

O gerenciamento de dados de engenharia EDM/PDM é o princípio metodológico para a administração e utilização integrados de todos os dados referentes ao produto e aos meios de produção que incidem no âmbito do processo de geração do produto. Estes sistemas estão em condições de integrar muitos sistemas aplicativos autônomos em um sistema geral logicamente relacionado. Na empresa, hoje eles formam a base para integrar os sistemas aplicativos de todo o processo de desenvolvimento de produto através de uma base de dados comum. Com isso, os sistemas de EDM/PDM integram todos os componentes da cadeia de geração de valor de uma empresa e administram documentos não apenas estaticamente, mas controlam também sua geração, liberação e modificação.

Os sistemas EDM/PDM são considerados ferramentas indispensáveis para trabalhar em um ambiente cooperativo [18]. Com a utilização do DMU são otimizados todos os processos de desenvolvimento de produto, permitindo que todas as informações e funções relativas à um determinado produto possam ser apresentados como um modelo virtual do produto no computador [33]. Para a utilização do DMU as empresas necessitam de ferramentas de diagnóstico, para coordenar todas as atividades de forma objetiva e efetiva [14].

### 3 Metodologia de Desenvolvimento

Este capítulo apresenta a escolha do método de pesquisa que foi considerado na elaboração do questionário, baseado em um estudo bibliográfico referente à metodologia científica, e qual o critério utilizado para selecionar as amostras. Por fim discute a opção de se elaborar um banco de dados para facilitar o agrupamento das respostas obtidas.

#### 3.1 Metodologia adotada

A metodologia escolhida para desenvolver o trabalho foi uma pesquisa descritiva utilizando o método quantitativo. Segundo MARCONI & LAKATOS [34] o método quantitativo-descritivo é utilizado quando o pesquisador tem por objetivo analisar as características de fatos ou fenômenos, e tem como função descrever certas características quantitativas de organizações como um todo. Este tipo de método contém um grande número de variáveis e quando pesquisam aspectos qualitativos como atitudes e opiniões, empregam escalas que permitem a quantificação.

A abordagem quantitativa é uma pesquisa descritiva, que procura descobrir e classificar a relação entre variáveis, assim como na investigação da relação de causalidade entre os fenômenos: causa e efeito.

Para OLIVEIRA [35] a pesquisa descritiva abrange os aspectos gerais e amplos de uma situação e possibilita o desenvolvimento de um nível de análise no qual se permite identificar diferentes formas de fenômenos, sua ordenação e classificação:

*“É certamente o tipo de estudo mais adequado quando o pesquisador necessita obter melhor entendimento a respeito do comportamento de vários fatores e elementos que influem sobre determinados fenômenos”*  
[35]: p.115.

Este trabalho se adequa no método quantitativo-descritivo, pois para se obter um panorama do nível da adaptabilidade tecnológica, das empresas para implementação do modelo virtual do produto, é necessário desenvolver um critério

para identificação do perfil tecnológico. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário. Os dados obtidos serão agrupados em tabelas dentro de um banco de dados, construído utilizando o software Access97 da Microsoft, possibilitando a análise estatística. Portanto, as variáveis em estudo serão quantificadas.

O questionário trata-se de uma abordagem quantitativa, as respostas ou explicações vêm por intermédio da observação, do experimento e da pesquisa de campo com o emprego de entrevistas e questionários [35].

Há uma série de vantagens e desvantagens do uso do questionário conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados	Porcentagem pequena dos questionários que voltam
Atinge maior número de pessoas simultaneamente	Grande número de perguntas sem respostas
Abrange uma área geográfica mais ampla	Impossibilidade de ajudar o informante em questões mal compreendidas
Obtém respostas mais rápidas e mais precisas	A dificuldade de compressão, por parte dos informantes, leva a uma uniformidade aparente
Há menos riscos de distorção, pela não influência do pesquisador	Na leitura de todas as perguntas, antes de respondê-las, pode uma questão influenciar a outra
Há mais tempo para responder e em hora mais favorável	A devolução tardia, prejudica o calendário ou sua utilização
Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis	Nem sempre é o escolhido quem responde ao questionário, invalidando, portanto, as questões

*Tabela 3.1: Vantagens e desvantagens na aplicação de questionários [34]*

## 3.2 Elaboração do questionário

A elaboração do questionário é uma das fases mais importantes do desenvolvimento deste trabalho, através do qual são extraídas todas as informações almejadas.

A elaboração do questionário requer a observância de normas precisas, a fim de aumentar sua eficácia e validade. Na sua organização deve-se levar em conta os tipos, a ordem, os grupos de perguntas e a formulação das mesmas. O processo de elaboração é longo e complexo, pois exige cuidado na seleção das questões, observando a sua importância. Ou seja, deve-se observar se ele oferece condições para obtenção de informações válidas. Os temas escolhidos têm de estar de acordo com o objetivo deste trabalho.

O questionário não deve ser muito extenso, pois se for muito longo, causa fadiga e desinteresse; se for curto demais, corre-se o risco de não oferecer as informações suficientes.

Portanto, na elaboração do questionário utilizado as questões foram idealizadas de acordo com o objetivo do projeto citado no item 1.2 deste trabalho. Como este projeto envolve a integração interna e externa para desenvolvimento de produtos de forma simultânea, procurou-se agrupar as questões relacionando-as com os departamentos da empresa e os quesitos para a integração e implementação do produto virtual. Deste modo o questionário proposto é subdividido em seis áreas de interesse conforme os departamentos:

- **Administrativo:** envolve questões que visam caracterizar dentro do segmento produtivo da empresa, a estratégia competitiva e de produção adotada por ela, a disponibilidade das empresas em estarem investindo em novas tecnologias, o pessoal utilizado pelas empresas e o investimento das empresas em capacitação do pessoal.
- **Informática:** neste item pretende-se verificar a utilização de sistemas CAx e de automatização da empresa. Analisar também se estão utilizando todos os recursos disponíveis na empresa. Verificar os sistemas operacionais mais utilizados pelas empresas.
- **Informática (Tecnologia de Informações e Comunicação - TIC):** verificar

---

quais as informações trocadas entre empresas e o modo de transferência de documentos entre departamentos internos da empresa e entre empresas.

- **Engenharia de produto:** neste item pretende caracterizar a área de desenvolvimento e projeto do produto, analisando a utilização de sistemas CAD/CAE, o modelo geométrico utilizado, o volume de utilização e modelos geométricos 3D e as interfaces de troca de dados disponíveis e utilizados pelas empresas.
- **Garantia da qualidade:** verificar a preocupação das empresas em estarem implantando sistemas de qualidade para manter a competitividade.
- **Planejamento e controle de produção (PCP ou Engenharia de processo):** caracterizar a utilização de sistemas de gerenciamento de dados de produto (PDM) e gerenciamento de dados de engenharia (EDM) na empresa, de que forma são utilizados e entre quais departamentos. Verificar quais os sistemas de planejamento e controle de processo (PCP) mais utilizados.

Na elaboração do questionário também foi observada a facilidade de manipulação, espaço suficiente para as respostas, a disposição dos itens de modo a facilitar a compilação dos dados. Neste sentido foi criado um banco de dados, o qual será melhor detalhado no capítulo 4.

O questionário completo está apresentado no Anexo 1.

### 3.3 Seleção das empresas pesquisadas

Esta parte do estudo é de vital importância para a qualidade dos dados obtidos, pois estes irão retratar a realidade das entidades estudadas. Procurou-se, durante a escolha das amostras, abordar um espectro de empresas o mais amplo possível para obter uma caracterização dos fornecedores o mais próximo possível da realidade. Os critérios de escolha foram:

- setores de atuação diferentes, com tipos de produtos diferentes;
- porte das empresas;



- diferentes níveis de complexidade do produto;

O objetivo é atingir o maior número de empresas possível, pois o número de questionários que retornam são poucos. Portanto, a escolha das empresas foi através de três processos:

- Lista de fornecedores cedida pela empresa automobilística Mercedes Benz do Brasil, contendo endereços e telefones das empresas;
- Empresas do setor automotivo que saíram na edição da Revista Exame Maiores e Melhores do Ano de 1998, lançada em junho de 1999. Como esta edição não possui forma de contato com as empresas, para obter esta informação consultou-se o site do Sindicato das Autopeças (SINDIPEÇAS) e com o cruzamento dos lados conseguiu-se o endereço e telefone das maiores empresas do setor;
- O site do SINDIPEÇAS possui um banco de dados contendo o produto, endereço e telefone das empresas associadas ao sindicato; através do sistema busca neste banco de dados, utilizando a informação de produtos utilizados em veículos, conseguiu-se uma lista de autopeças.

## 4 Desenvolvimento de Sistema para Determinação do Nível Tecnológico dos Fornecedores

Neste capítulo será abordado a metodologia utilizada para a determinação dos diferentes perfis tecnológicos das empresas pesquisadas de acordo com o estudo bibliográfico realizado. Também é apresentada a elaboração e construção do banco de dados e a sua utilização na pesquisa realizada.

### 4.1 Metodologia para identificação do perfil tecnológico das empresas

Para a identificação do perfil tecnológico das empresas pesquisadas, no setor automotivo, visando a implementação do modelo virtual do produto, foi proposta uma pontuação tomando como base os aspectos tecnológicos pertinentes à implementação do DMU.

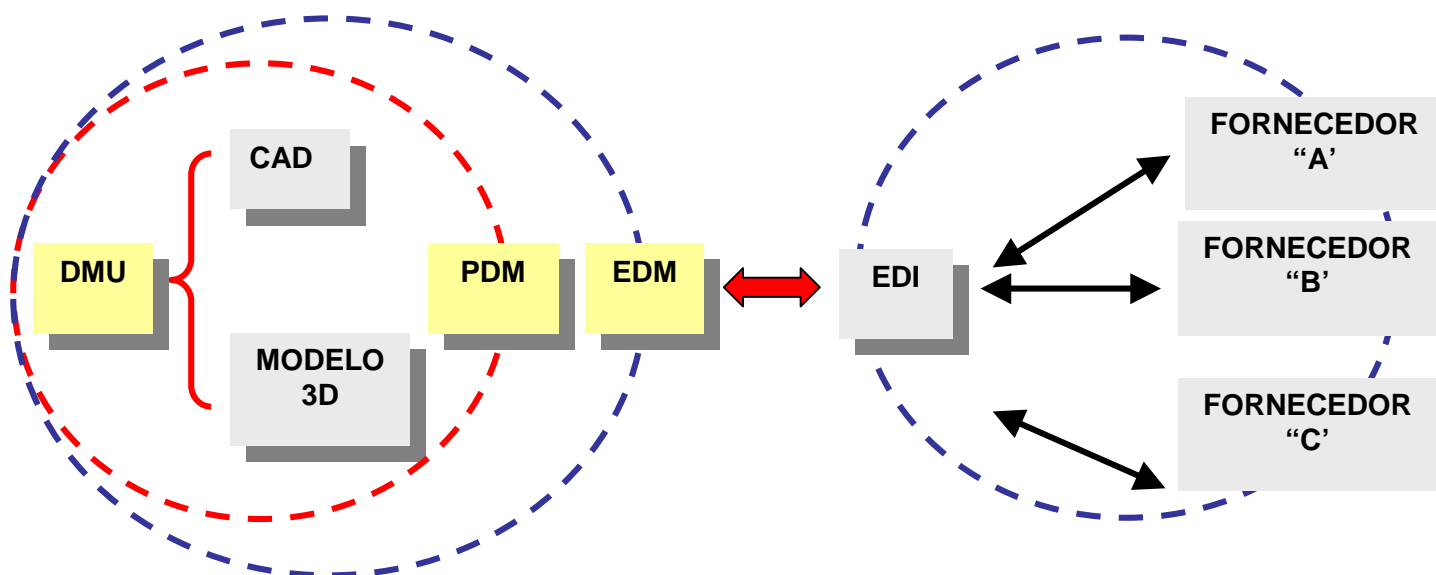


Figura 4.1: Sistemas utilizados no gerenciamento de dados de engenharia do produto

---

A Figura 4.1 mostra como a utilização do DMU está relacionada com o uso de sistemas CAD e o modelamento geométrico 3D, que, como foi mencionado no item 2.4 desta dissertação, permite uma visualização volumétrica do produto, o que é imprescindível na aplicação do modelo virtual do produto.

Também é ilustrado na Figura 4.1 uso de sistema PDM, que é o responsável pelo gerenciamento das informações e *status* do produto desde a sua concepção até a sua reciclagem, ou seja, é o sistema PDM que gerencia todas as informações referente ao produto. Para algumas destas informações chegarem aos fornecedores, antes elas passam pelo servidor central da empresa, o qual é gerenciado por um sistema EDM.

O sistema EDM gerencia o ambiente de trabalho simultâneo da empresa, é o responsável por re-distribuir as informações entre os todos os departamentos da empresa, inclusive os envolvidos no desenvolvimento do produto e o sistema EDI, o qual permite o acesso direto dos fornecedores.

O sistema EDI é o elo de ligação para comunicação entre a indústria automobilística e seus principais fornecedores. É um meio rápido e seguro para troca de informações e é bastante utilizado pela indústria automobilística e seus principais fornecedores. No desenvolvimento de produto em parceria com os fornecedores é fundamental que exista segurança quando for utilizado um meio *on-line* para troca de dados. Outros meios de comunicação também podem vir a ser utilizados como por exemplo, a Internet, nesse caso frisando novamente, maior atenção quanto à segurança.

As questões que irão identificar o perfil tecnológico das empresas foram selecionadas de acordo com o seu grau de relevância considerando os principais quesitos tecnológicos necessários na utilização do modelo virtual do produto (DMU) pela indústria automobilística em parceria com os seus fornecedores. Para se obter um perfil tecnológico de empresas o mais próximo possível do real, visando uma futura implementação do DMU, foram avaliadas e pontuadas as questões baseadas no estudo bibliográfico realizado (Capítulo 2) e envolvidas no ambiente de desenvolvimento de produto ilustrado na Figura 4.1.

Dentro deste princípio as questões foram selecionadas considerando as principais características tecnológicas relativas à:

- Utilização dos sistemas CAx (CAD, CAE, CAM): questões 2.1, 2.3, 4.4, 4.6, 4.8 e 4.15;
- Modelamento geométrico utilizado no projeto (modelo 3D): questão 4.8;
- Meios de trocas de informações entre empresas: questão 3.3;
- Sistemas de gerenciamento de dados do produto e de engenharia (PDM/EDM): questões 6.4 e 6.7;
- Recursos humanos disponíveis e treinamentos realizados: questão 1.13;

As questões selecionadas foram pontuadas de acordo com o seu grau de relevância para a implementação do modelo virtual do produto. A seguir, foi analisado questão por questão para identificar a máxima e mínima pontuação para uma empresa estar dentro de um perfil tecnológico adequado à implantação do DMU.

#### 4.1.1 Pontuação das questões selecionadas

De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada (Capítulo 2) e a figura 4.1, foi verificado em cada questão as ferramentas consideradas mais importantes para implementação do DMU. Foram estimados valores nos itens das questões selecionadas, pontuando-as em ordem decrescente de acordo com o seu grau de importância para a adaptação da empresa em ambiente virtual de desenvolvimento de produto.

Para facilitar a identificação do perfil tecnológico das empresas, depois de pontuadas as questões selecionadas, elas foram analisadas uma a uma, para identificar quantos pontos terá aproximadamente uma empresa que possui os quesitos principais para uma fácil adaptação à um ambiente de desenvolvimento de produto virtual distribuído.

As questões selecionadas dentro deste critério foram ponderadas segundo os quesitos considerados **fundamentais** para a utilização do DMU, ou seja, tecnologias que as empresas necessitam possuir para estarem dentro de um perfil tecnológico adequado à implementação do desenvolvimento do produto virtual. E, foram também

ponderadas as questões consideradas como **recomendadas**, isto é, ferramentas que as empresas não precisam possuir no uso do DMU, mas que podem vir à auxiliar os fornecedores à trabalharem em um ambiente integrado para desenvolverem projetos em parcerias utilizando o DMU.

As questões foram ponderadas individualmente em **fundamentais** e **recomendadas** para identificação do perfil tecnológico de empresas. O resumo final das questões que foram ponderadas individualmente e as pontuações relativas a cada capítulo do questionário pode ser observada na Tabela 4.1.

<b>QUESTÃO</b>	<b>PESO PONDERADO</b>		$\Sigma$ <b>máx</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>Fundamental</b>	<b>Recomendada</b>		
	<b>Perfil A</b>	<b>Perfil B</b>		
1.13 estrutura recursos humanos	8	4	15	15
2.1 utilização de sistemas CAx	10	6	16	24
2.3 automação entre sistemas CAx	5	3	8	
3.3 meios de troca de informações	8	3	11	11
4.4 atividades de projeto em sistemas CAD/CAE	7	7	14	57
4.6 softwares de sistemas CAD utilizados	3	2	12	
4.8 utilização do modelo geométrico 3D	20	15	20	
4.15 módulos sistemas CAE utilizados na empresa	8	4	11	
6.4 utilização de sistemas EDM/PDM	20	10	20	28
6.7 departamentos que utilizam sistemas EDM/PDM	6	2	8	
<b>TOTAL DA PONTUAÇÃO</b>	<b>95</b>	<b>56</b>		<b>135</b>

Tabela 4.1: Pontuação das questões em cada capítulo do questionário

As pontuações individuais dos itens das questões selecionadas serão demonstradas a seguir:

Primeiramente foram analisadas as questões envolvendo o uso de sistemas CAx . A automatização dos sistemas CAx facilita o desenvolvimento de produto em ambiente simultâneo de trabalho, reduzindo o tempo de desenvolvimento como foi discutido no item 2.3 desta dissertação.

Como foi mencionado anteriormente nos itens 2.4.1 e 2.4.2, dentre os sistemas CAx, é **fundamental** e indispensável que as empresas desenvolvam os seus projetos, desde a concepção do seu produto, em sistemas CAD baseados em modelos geométricos tridimensionais (3D). O modelamento geométrico 3D é **fundamental** para a visualização do produto virtual.

É importante verificar a utilização de sistemas CAD/CAE, baseados em modeladores volumétricos, e de que maneira as empresas estão desenvolvendo os seus produtos, ou seja, se estão desenvolvendo os produtos desde a sua concepção com a utilização destes sistemas. O sistema CAE trata de análises de interferências, análises cinemáticas e estáticas, etc.. Este sistema foi considerado **fundamental** porque pode facilitar a adaptação do fornecedor ao utilizar o sistema DMU, que é a mais próxima e real simulação computacional de um produto.

As questões 2.1, 2.3, 4.4, 4.8 e 4.15 que envolvem a utilização dos sistemas CAx foram estimadas e analisadas da seguinte maneira:

Questão 2.1: Caracterize o uso atual da automatização auxiliada por computador na empresa incluindo os serviços terceirizados.

Sistemas	Volume de trabalho realizado por automatização auxiliada por computador [%]	Fundamental	Recomendada
CAD	x 5	5	
CAE (FEM, etc.)	x 5	5	
CAM	x 3		3
CAPP	x 2		2
CAP (MRP,JIT,OPT)	x 1		1

$\Sigma \text{máx} = 16$

Questão 2.3: Caracterize a transferência em utilização entre a empresa e clientes/fornecedores.

	CAD	CAE/FEM	CAM		Fundamental	Recomendada
CAD	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	5	4	1
CAE (FEM)	<u>1</u>	<u>1</u>		2	1	1
CAM			<u>1</u>	1		1
CAPP				0		
CAP				0		
				$\Sigma\text{máx} =$	8	

Questão 4.4: Estime o percentual das atividades de projeto realizadas nos sistemas CAD/CAE em relação ao volume total de trabalho para cada item de projeto abaixo.

	CAD	CAE	Fundamental	Recomendado
Esboço/Concepção	% x 1	% x 1	1	1
Projeto de conjunto	% x 3	% x 3	3	3
Detalhamento (desenho)	% x 0,5	% x 0,5	0,5	0,5
Modificações de desenhos	% x 0,5	% x 0,5	0,5	0,5
Geração de lista de peças	% x 0	% x 0		
Cálculos (análise cinemática, análise de interferência, FEM, etc.)	% x 2	% x 2	2	2
			$\Sigma\text{máx} =$	14

Questão 4.8: Indique o modelo geométrico que é utilizado além do desenho (2D) nos sistemas CAD/CAE da empresa (Total = 100%).

	Atualmente	Fundamental	Recomendado
Wireframe (modelo aramado - 3D)	_____ % x 3		
Modelo de superfícies (3D)	_____ % x 15		
Modelo sólido (3D)	_____ % x 20		
Modelo sólido paramétrico (3D)	_____ % x 20		
Total	100%	20	15
		$\Sigma\text{máx} =$	20

Questão 4.15: Identifique os módulos de sistemas CAE já utilizados ou em utilização na empresa.

	Em utilização	Fundamental	Recomendado
Análise cinemática	<input type="checkbox"/> 1		1
Análise estática de tensões, cálculo estrutural (métodos dos elementos finitos)	<input type="checkbox"/> 1		1
Análise dinâmica (métodos dos elementos finitos)	<input type="checkbox"/> 1		1
Análise de volumes de interferência	<input type="checkbox"/> 2	2	
Análise ergonômica	<input type="checkbox"/>		
Simulação de estampagem	<input type="checkbox"/>		
Cálculo de desdobramento de chapas	<input type="checkbox"/>		
Análise de preenchimento de moldes	<input type="checkbox"/>		
Cálculo aerodinâmico de carrocerias	<input type="checkbox"/> 2	2	
Análise de cadeias de tolerâncias	<input type="checkbox"/> 1		1
Análise de colisão (crash)	<input type="checkbox"/> 2	2	
FMEA aplicado ao projeto	<input type="checkbox"/> 2	2	
Simulação de usinagem	<input type="checkbox"/>		
	$\Sigma \text{máx} = 11$		

Para facilitar a troca de dados entre a indústria automobilística e seus fornecedores é **fundamental** que os fornecedores possuam o mesmo software CAD de seu cliente, porque ocorrem perdas de dados quando são utilizadas as interfaces disponíveis (item 2.4.2) para a troca de dados entre softwares CAD de fabricantes diferentes.

Atualmente os fornecedores recorrem ao uso de padrões existentes como por exemplo o IGES, mas, mesmo assim ainda acontece algumas perdas de dados devido à versões diferentes do sistema. Como foi visto no item 2.4.2 com a utilização da norma padrão STEP não ocorrem estas perdas na troca de dados entre parceiros, mas é uma norma relativamente nova e ainda não muito utilizada pelas empresas.

Portanto, até o momento foi considerado **fundamental** que o fornecedor tenha o software do seu cliente para facilitar a troca de dados. Para aquelas empresas que não possuem o software de seu cliente foi considerado **recomendado** que possuam no mínimo softwares CAD baseados em modeladores sólidos para a visualização do produto virtual (questão 4.6).



Questão 4.6: Identifique os sistemas CAD atualmente utilizados na empresa.

Pontuação: 0,5 - softwares de médio porte

1,0 - modeladores de superfícies complexas

2,0 - modeladores sólidos baseados em workstation

3,0 - softwares utilizados pelas montadoras

AutoCAD  0,5

CADKey  0,5

DUCT  1,0

Euklid  1,0

Moldflow  0,5

Pro/Engineer (PTC)  3,0

Strim  1,0

PowerShape  1,0

CADDS 5  0,5

CATIA  3,0

EMS/Intergraph  1,0

I-Deas Master  3,0

Prelude  0,5

Pro Engineer Junior  0,5

Unigraphics  3,0

SolidWorks  2,0

CADdy  2,0

Cimatron  0,5

Euclid3  2,0

MicroStation  0,5

Personal Designer  0,5

SolidEdge  2,0

Professional CADAM  2,0

Mechanical Desktop  1,0

*Nota:* será apenas considerado a somatória do maior valor assinalado

(somatória considerando valores máximo)

$\Sigma$ máx = 12

**Fundamental**

**3**

**Recomendado**

**2**

Outro fator muito importante, para o desenvolvimento de produto em parceria com as empresas, é a forma de como é feita a transferência de documentos entre empresas. A questão 3.3 busca caracterizar esta transferência de documentos entre empresas interna e externamente. O sistema EDI é o meio de transferência mais rápido e seguro, funciona como um caixa postal que pode ser acessada tanto pelos fornecedores quanto pela indústria automobilística.

Questão 3.3: Caracterize o modo de transferência interna e externa de desenhos e textos na empresa.

MODO DE TRANSFERÊNCIA	DESENHO		Fundamental	Recomendada
	Interna	Externa		
Documentos em papel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Disquete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1		<b>1</b>
Fita magnética	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 2		<b>2</b>
Caixa Postal Eletrônica (EDI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4	<b>4</b>	
Local Area Network (LAN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Wide Area Network (WAN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 4	<b>4</b>	

$\Sigma$ máx = 11

Como foi observado na Figura 2.5 o sistema EDI é uma caixa postal acessada pelos fornecedores e pelas montadoras para troca de dados entre eles. Os meios eletrônicos para troca de dados permitem que as informações cheguem direto no servidor central de dados na montadora, para que o sistema EDM (Figura 4.1) possa enviá-lo ao departamento responsável pela informação recebida. Portanto, foram

considerados **fundamental** os meios on-line para troca de dados de dados e **recomendados** todos aqueles que possam ser transferidos para outro computador através de disquetes ou até mesmo fita magnética.

Para que as empresas consigam ser mais competitivas e reduzirem o seu tempo de desenvolvimento é necessário que se tenha as informações de forma clara e de fácil acesso para todos os envolvidos no desenvolvimento de produto tenham as informações em um único lugar. O sistema PDM faz um gerenciamento de todas as informações do produto. Essas informações incluem dados técnicos do produto, documentos, do ciclo de aprovação e revisão, modelos e desenhos em sistemas CAD, peças e listas de peças, listas de materiais e planos de manufatura. Para o uso do DMU é **fundamental** dispor de todas as informações corretas sobre o produto para que todas as pessoas envolvidas tenham conhecimento do estágio do desenvolvimento do seu produto no tempo real.

Já o sistema EDM gerencia toda a rede de trabalho da empresa, garantindo o sucesso da engenharia simultânea.

As questões 6.4 e 6.7 caracterizam a utilização dos sistemas PDM/EDM pelos fornecedores do setor automotivo e avaliam também as empresas que pretendem implantar os sistemas futuramente. Para facilitar a identificação do perfil tecnológico mais apropriado para a implementação do modelo virtual do produto foi considerado **fundamental** a empresa dispor de sistemas EDM/PDM e **recomendado** que as empresas possuam em fase de teste ou planejamento de implantação.

Questão 6.4: Caracterize o uso de sistemas de gerenciamento de dados do produto (PDM/EDM) na empresa.

		<b>Fundamental</b>	<b>Recomendado</b>
Sim, tem-se atualmente sist. EDM/PDM em uso na produção	<input type="checkbox"/> 20	<b>20</b>	
Sim, tem-se atualmente sist. EDM/PDM em fase piloto	<input type="checkbox"/> 10		<b>10</b>
Não, mas planeja-se introduzir sist. EDM/PDM nos próximos dois anos	<input type="checkbox"/> 5		<b>5</b>
Não, e não planeja-se introduzir sist. EDM/PDM nos próximos dois anos	<input type="checkbox"/> 0		
	$\Sigma \text{máx} = 20$		

Questão 6.7: Identifique os departamentos da empresa que utilizam regularmente o sistema EDM/PDM.

		Fundamental	Recomendado
Desenvolvimento e projeto	<input type="checkbox"/> 6	6	
Fabricação	<input type="checkbox"/>		
Compras	<input type="checkbox"/>		
Controladoria/Contabilidade	<input type="checkbox"/>		
Marketing	<input type="checkbox"/>		
Vendas/Distribuição	<input type="checkbox"/> 2		2
	$\Sigma \text{máx} = 8$		

De acordo com o que foi discutido no item 2.4, o fator humano é de **fundamental** importância no sucesso da utilização do produto virtual, é necessário dispor de uma mão de obra qualificada (técnicos, engenheiros, etc.), pois é importante que as pessoas estejam envolvidas com o sucesso da empresa, que sejam motivadas e capacitadas através de treinamentos contínuos.

Na questão 1.13 foram ponderadas somente a mão-de-obra administrativa e a mão-de-obra indireta de fabricação, pois são as pessoas que estão envolvidas nas tomadas de decisões e em implementações de novos processos. Para o sucesso da implementação do DMU é muito importante avaliar a estrutura humana da empresa, pois as ferramentas mencionadas até momento não funcionam se não houver pessoas capacitadas para executar um trabalho eficaz utilizando as novas ferramentas tecnológicas.

Portanto, foi considerado **fundamental** que as empresas possuam dentro do seu quadro de funcionários administrativos e de fabricação pessoas com no mínimo 2º grau completo para facilitar a capacitação dos funcionários frente a implantação de novas tecnologias. E o mínimo considerado **recomendado** é que pelo menos metade dos seus empregados tenham 2º grau completo.

Questão 1.13: Caracterize a estrutura de pessoal da empresa.

Nº de funcionários	Mão de obra administrativa	Mão de obra indireta de fabricação (téc./superv./eng.,etc)	Fundamental	Recomendada
% 3º grau completo	x 5	x 10	8	4
% 2º grau completo	x 3	x 5		
% 1º grau completo	x 1	x 2		
	máx= 5	máx=10		
		$\Sigma \text{máx} = 15$		

#### 4.1.2 Critério para identificação do perfil tecnológico das empresas

Além da pontuação individual das questões, adotou-se um critério de identificação do perfil tecnológicos das empresas como é mostrado na Tabela 4.2.

De acordo com o item anterior, foram estimados valores para as questões selecionadas, e os seus itens foram classificados como fundamentais e recomendados, no que se refere a adaptabilidade da empresa ao desenvolvimento distribuído de produto, utilizando o DMU. Dentro destas questões foi analisado qual seria o mínimo de tecnologia que uma empresa deveria ter disponível para ser possível a implementação do DMU no desenvolvimento de produto sem muitas adaptações, sendo estas empresas classificadas dentro do Perfil A.

Conforme pode ser visto na Tabela 4.1, dentro da metodologia proposta foi alcançado a pontuação mínima para a identificação dos Perfis A e B. Em seguida, foi estimado faixas de tolerâncias para diferenciar os Perfis A, B e C. Para criar as faixas de tolerâncias, que estão descritas na Tabela 4.2, foram realizados vários testes, à partir de uma pequena amostra, para se ajustar as faixas dentro do perfil que representa a realidade tecnológica das empresas.

*Tabela 4.2: Pontuação para identificação do perfil tecnológico das empresas*

<b>PERFÍL</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>
A	83 - 135
B	43 – 82
C	0 – 42

Para diferenciar os níveis tecnológicos disponíveis nas empresas foram adotados três perfis diferentes de acordo com a adaptabilidade dos fornecedores do setor automotivo ao desenvolvimento de produto virtual com as montadoras:

- Perfil A: empresas que já possuem os recursos tecnológicos considerados **fundamentais** para a utilização do modelo virtual do produto, portanto, estão aptas ao ambiente de trabalho simultâneo e a implementação do DMU em parceria com a indústria automobilística;

- Perfil B: estão situadas dentro deste perfil as empresas que apresentam alguns dos principais recursos tecnológicos **fundamentais** necessários para a introdução do DMU, mas, que ainda necessitam de alguns investimentos e adaptações tecnológicas;
- Perfil C: dentro deste perfil se encontram as empresas que possuem menos de 50% dos recursos tecnológicos **fundamentais** mínimos para a implementação do DMU. Para se adequarem ao uso do DMU no desenvolvimento de produto em parceria com as montadoras necessitam de bastante investimentos tecnológicos, o que pode ser inviável à este tipo de empresa.

## 4.2 Banco de dados do sistema

Para armazenagem dos dados recebidos e facilidade na tabulação dos mesmos foi construído um banco de dados contendo todas as questões referentes à classificação das empresas, procurando reproduzir na tela a disposição dos campos do questionário. A utilização do banco de dados evita que se cometa erro ao identificar o perfil tecnológico das empresas tornando o resultado obtido confiável com relação à somatória dos pontos. E, também para o uso de que qualquer empresa interessada em identificar o perfil tecnológico de seus fornecedores visando implementar um desenvolvimento de produto colaborativo utilizando um modelo virtual.

*São vários elementos que contribuem para que um banco de dados seja eficaz, entre esses elementos estão a forma de alimentação e a consulta de dados [36]*

Foi usado o Microsoft Access (versão 8) na construção do banco de dados, por ser um *software* disponível, por ser interativo e de boa interface com o usuário e de fácil programação.

Para a obtenção dos pontos de cada questão foram construídos códigos de programação em Visual Basic, o qual é indicado para se criar formulários contendo somatória de pontos e conseqüentemente classificando a empresa conforme critério de identificação mostrado nos itens 4.1.1 e 4.1.2.

#### 4.2.1 Estrutura do banco de dados

A estrutura do banco de dados pode ser observada na Figura 4.2, ela foi elaborada de modo a facilitar a introdução dos dados e a consulta pelo usuário.

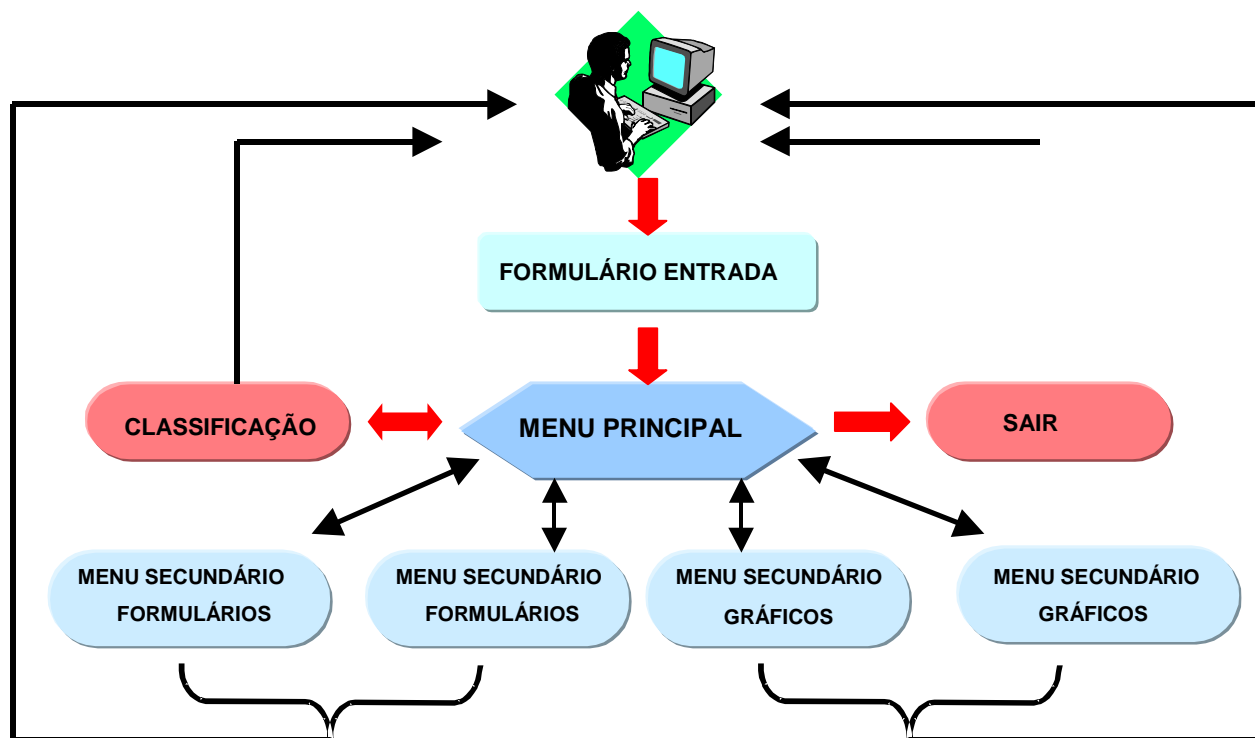


Figura 4.2: Estrutura do banco de dados

O banco de dados foi elaborado conforme a estrutura, o usuário ao abrir o banco de dados encontra uma página de entrada (Figura 4.3) que dá acesso ao menu principal (Figura 4.4).

O menu principal apresenta *links* para o usuário acessar a classificação do perfil tecnológico das empresas, para entrar em menus secundários que acessa cada formulário e os gráficos de avaliação das questões.

Para facilitar a consulta e a introdução dos dados os formulários foram construídos no mesmo formato do questionário. A consulta no banco de dados é simples, ao abrir o formulário aparece um tela inicial indicando o caminho que deve ser tomado para entrar no menu principal. O menu principal traz *links* para as questões, para os

gráficos e para a identificação do perfil tecnológico (Figura 4.5).

A Figura 4.5, mostra o formulário classificação do perfil tecnológico das empresas. Este formulário apresenta a somatória de todas as questões que foram pontuadas, de acordo com a metodologia proposta no item 4.1, e automaticamente apresenta o perfil de acordo a Tabela 4.2, apresentada no item anterior.



*Figura 4.3: Tela inicial banco de dados*

O primeiro formulário que deve ser preenchido é o de identificação da empresa (menu: entrar/exibir empresas). Em seguida, pode-se começar a introduzir os dados. Ao se abrir um formulário, deve-se tomar cuidado antes de iniciar o preenchimento. É que este apresenta um formulário já preenchido, e no seu rodapé encontra-se uma barra de rolagem, em ordem numérica. Então, para dar início ao preenchimento, deve-se que seguir com a barra até o último formulário, este sim é o formulário em branco.

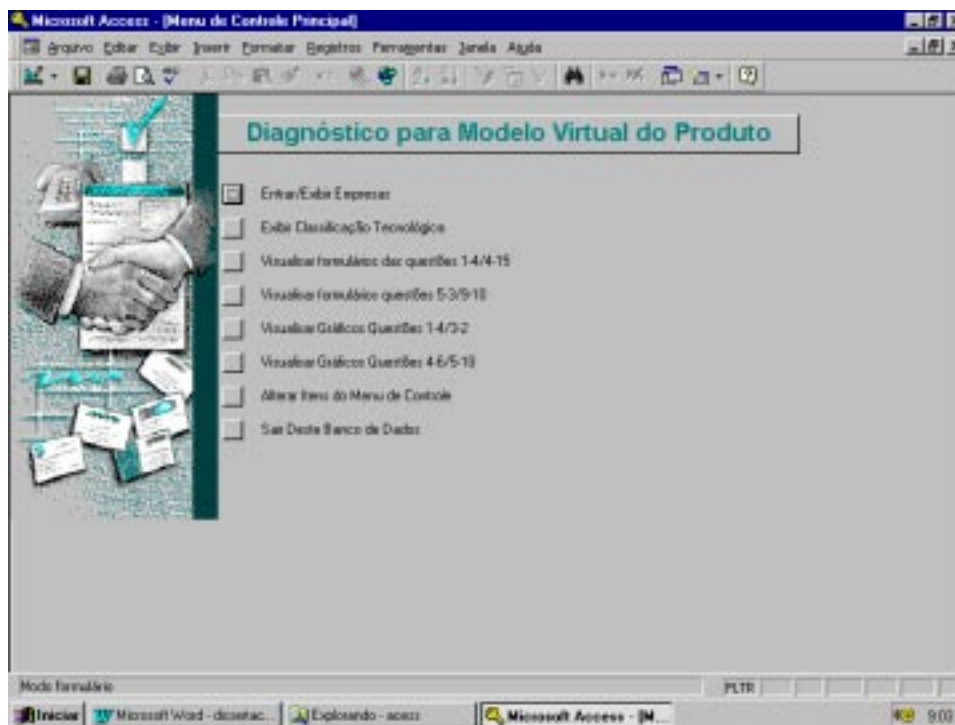


Figura 4.4: Menu principal do banco de dados

ITEM	PONTUAÇÃO
1.12 Evolução e recursos humanos (Máx = 10)	10
2.1 Utilização de softwares CAE (Máx = 10)	7,5
2.3 Adesão de outros softwares CAE (Máx = 5)	3
3.3 Meio de troca de informações (Máx = 11)	11
4.1 Atividade de projeto em softwares CAD/CAM (Máx = 14)	4
4.9 Software de softwares CAD utilizados (Máx = 5)	3
4.8 Utilização do modelo geométrico 3D (Máx = 20)	9
4.10 Múltiplos softwares CAD utilizados na empresa (Máx = 15)	3
6.6 Utilização de softwares ERP/CRM (Máx = 20)	20
6.7 Departamentos que utilizam softwares ERP/CRM (Máx = 5)	8
<b>CLASSIFICAÇÃO:</b>	<b>A</b>
<b>TOTAL DE PONTOS:</b>	<b>83,5</b>

Figura 4.5: Formulário classificação do perfil tecnológico das empresas



## 4.2.2 Construção do banco de dados

As etapas para a construção do banco de dados foi a seguinte:

- 1º. Para cada questão foi criada uma tabela contendo as informações relativas à questão. Por exemplo na Figura 4.6, está representada a questão “caracterização do capital da empresa”, onde tem-se as respostas possíveis de acordo com o questionário proposto. Nesta questão o tipo de dado, ou seja, o tipo de resposta obtida é sim ou não (por exemplo ou a empresa é nacional ou estrangeira); e, para cada uma dessas respostas também foi considerado um valor numérico para facilitar a tabulação dos dados. Portanto, em cada tabela que foi criada foi levado em consideração o tipo de resposta que poderia ser obtida.
- 2º. Em seguida foram criados formulários baseados na tabelas descritas no item anterior. Para cada questão foi criado um formulário (Figura 4.7) idêntico ao questionário, para facilitar na introdução dos dados. Na parte inferior desta tela, pode-se observar a quantidade de registros que o banco de dados possui. No formulário também foi criado o código de procedimento em Visual Basic para facilitar na somatória dos pontos e para facilitar a tabulação dos dados.

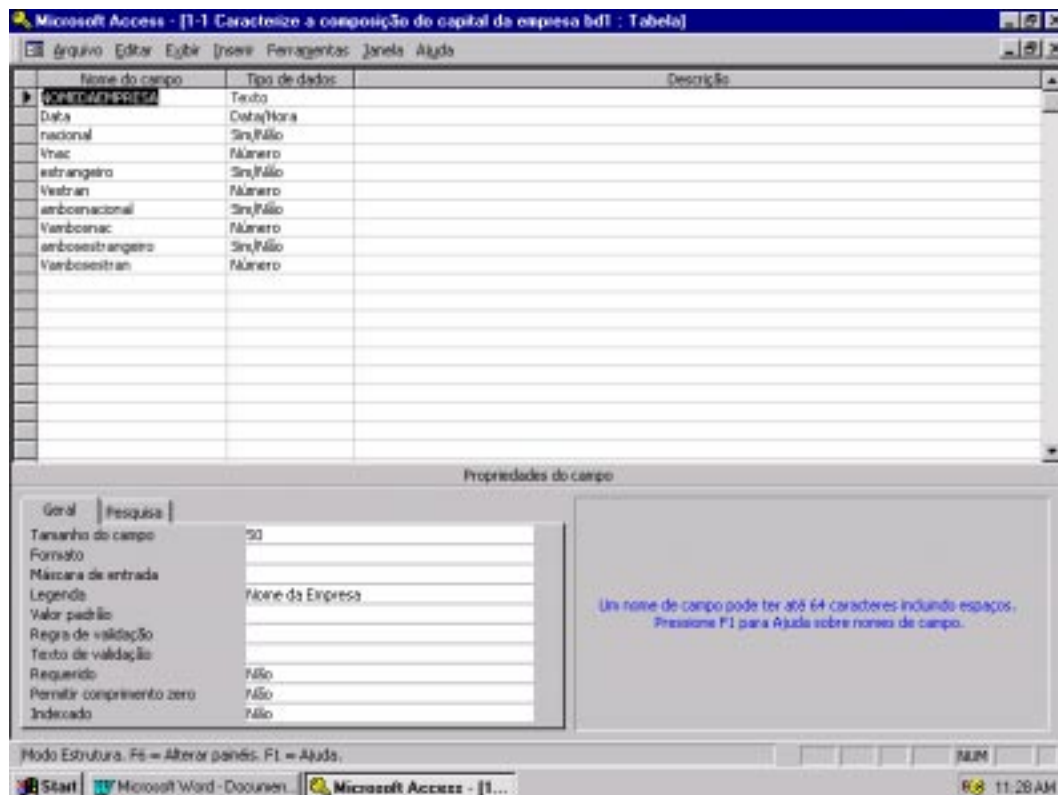


Figura 4.6: Tabela da questão caracterização do capital da empresa

Para se obter um formulário contendo todas as informações a serem somadas para identificação do perfil tecnológico, foram criadas tabelas consultas e seus devidos relacionamentos apenas das questões que fazem parte da pontuação. Os relacionamentos permitem o cruzamento dos dados, fornecendo as informações de modo a atingir o objetivo deste trabalho de determinar o perfil tecnológico (Figura 4.8).

The image shows a Microsoft Access database form window. The title bar reads "Microsoft Access - [1-1 Caracteriza e composição do capital da empresa bdf]". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Inserir", "Formatar", "Registros", "Formatar", "Janela", and "Ajuda". The main area has a blue header with the text "DETERMINAÇÃO DO PERFIL TECNOLÓGICO DE EMPRESAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO VIRTUAL DO PRODUTO". Below the header are two input fields: "Nome da Empresa:" followed by a dropdown menu, and "Data" followed by a text box. The main content area contains four radio button options arranged in a 2x2 grid: "Nacional" (with a radio button and a small "0" next to it), "Estrangeiro" (with a radio button and a small "0" next to it), "Ambos, predominantemente nacional" (with a radio button and a small "0" next to it), and "Ambos, predominantemente estrangeiro" (with a radio button and a small "0" next to it). At the bottom of the form, there is a status bar that says "Registro: 1 de 3" and "Modo formulário". The Windows taskbar at the very bottom shows the Start button, a taskbar with "Microsoft Word - Documen..." and "Microsoft Access - [1...", and a system tray with a clock showing "11:27 AM".

Figura 4.7: Formulário da questão caracterização do capital da empresa

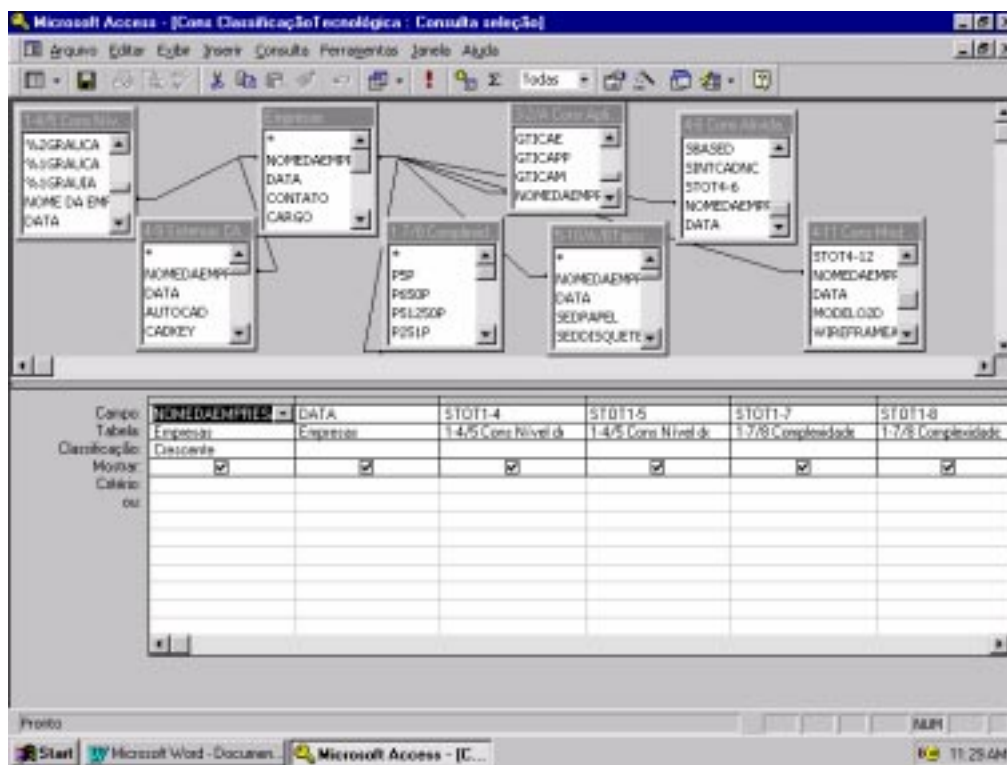


Figura 4.8: Relacionamento entre as tabelas consultas

### 4.2.3 Aplicação do banco de dados

Uma vez construído e alimentado o banco de dados, este facilitará a identificação do perfil tecnológico das empresas e também na tabulação dos dados em forma de gráficos para se obter um panorama geral das empresas.

## 5 Aplicação da Metodologia e Análise dos Resultados

Como foi discutido anteriormente a indústria automobilística está cada vez mais enxugando o seu número de fornecedores diretos. A lista de fornecedores fornecida pela Mercedes Benz do Brasil contém aproximadamente 300 empresas. De acordo com o item 3.3 deste trabalho, as empresas foram selecionadas seguindo três processos: Lista de fornecedores Mercedes Benz, Revista Exame e o site do SINDIPEÇAS.

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram realizadas visitas em empresas para esclarecimento de dúvidas com relação ao projeto e questionário, e para garantir um retorno maior de respostas. Durante o período de desenvolvimento deste trabalho foram visitadas 50 empresas; foram enviados pela 98 questionários pela Internet e 27 pelo correio.

A estratégia adotada para obter um retorno maior das empresas, consistia em retornar às mesmas uma cópia da tabulação geral dos resultados, para que estas pudessem se situar em relação às demais empresas e auxiliá-las na observação de tendências de investimentos, facilitando nas tomadas de decisões para futura implementação de novas tecnologias e auxiliar na auto-avaliação do ponto de vista tecnológico. Também foi garantido as empresas o sigilo das respostas.

Também foi criada uma “homepage” (<http://www.unimep.br/femp/scpm/dmu.htm>) do projeto para que as empresas tivessem um acesso mais fácil e rápido ao questionário facilitando o retorno do mesmo.

Neste capítulo será apresentada análise dos dados obtidos através dos questionários respondidos pelas empresas. A análise é feita através de gráficos construídos com as questões consideradas mais importantes para a adaptabilidade da empresa ao desenvolvimento de produto virtual, de acordo com o que foi discutido no capítulo 4.

## 5.1 Identificação das empresas

As empresas foram escolhidas de forma aleatória estratificada dentro de uma população que representa os fornecedores do setor automotivo. Usa-se a técnica de amostragem estratificada para populações que apresentam valores heterogêneos da variável [37]. Este tipo de amostragem consiste em separar a população em grupos menores com características próprias, formando assim um subconjunto. Para a realização deste trabalho os subconjuntos de amostras foram criados de acordo com os critérios mencionados no item 3.3 (setores de atuação diferentes, porte das empresas e diferentes níveis de complexidade do produto).

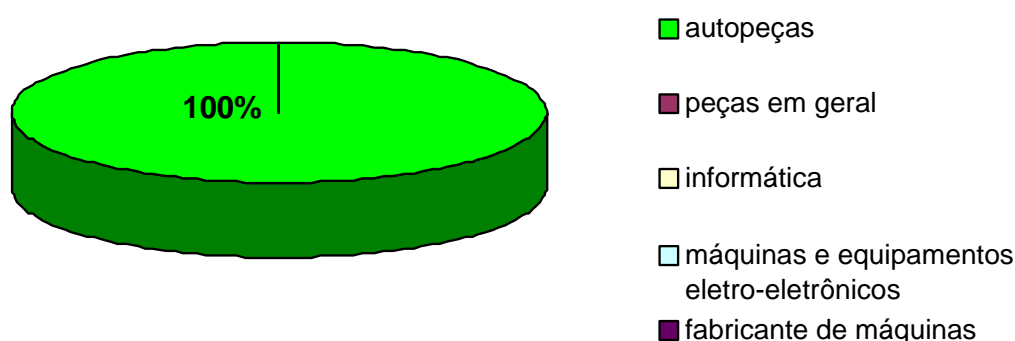


Figura 5.1: Questão 1.2 - Caracterização do principal mercado de atuação da empresa

Como pode ser observado na Figura 5.1, que apresenta o gráfico da questão 1.2 do questionário referindo à caracterização do setor de atuação das empresas, as empresas pesquisadas são 100% prioritariamente fabricante de autopeças, identificando desta maneira a amostra como fornecedores do setor automotivo.

De acordo com o produto fabricado por cada empresa dentro do seu mercado de atuação a Figura 5.2 mostra que há variação da amostra seguindo o critério complexidade do produto. Pode-se observar que 83% das empresas trabalham com produtos que têm no máximo 250 operações para a sua fabricação, portanto, a maior parte dos fornecedores que participaram deste trabalho fornecem peças ou subconjuntos. Apenas 16% das empresas fornecem conjuntos complexos e ou sistemas, ou seja, apresentaram números de operações de fabricação superiores a 250.

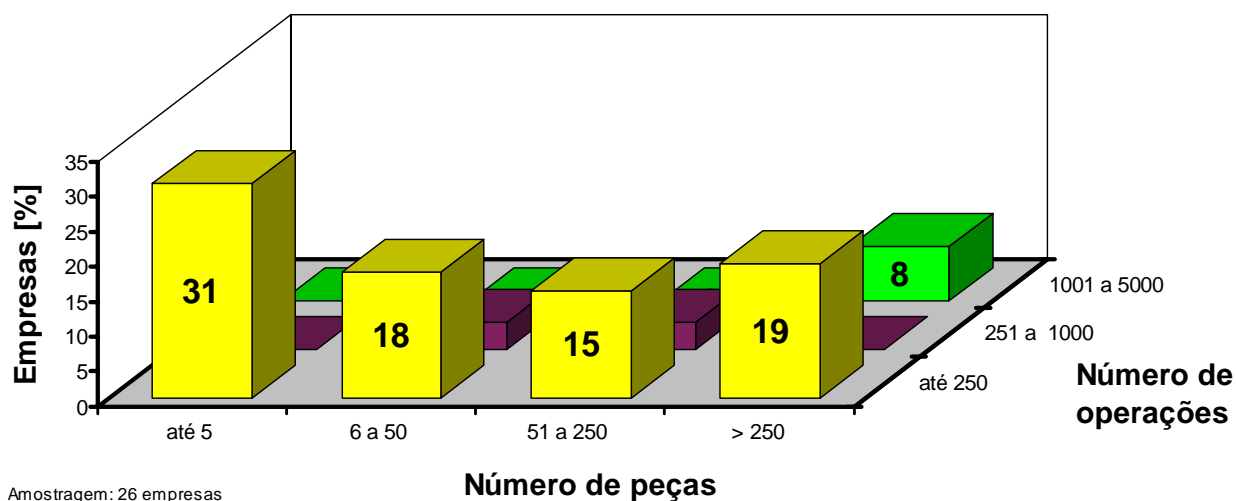


Figura 5.2: Questão 1.8 - Caracterização da fabricação do principal produto da empresa

Através da Figura 5.3, pode ser observado que se conseguiu diferenciar a amostra em empresas constituídas por diferentes tipos de capitais sendo: 29% nacional, 57% estrangeira e 14% multinacional com capital predominante estrangeiro. De acordo com as Figuras 5.1, 5.2 e 5.3 os critérios para a escolha dos subconjuntos da amostra foram corretamente aplicados. Pois, conseguiu-se estratificar a amostra de acordo com o capital da empresa, complexidade do produto, diversidade de produtos (ver Tabela 5.1), ainda garantindo que todas as empresas tem como seu principal mercado de atuação, o setor de autopeças.

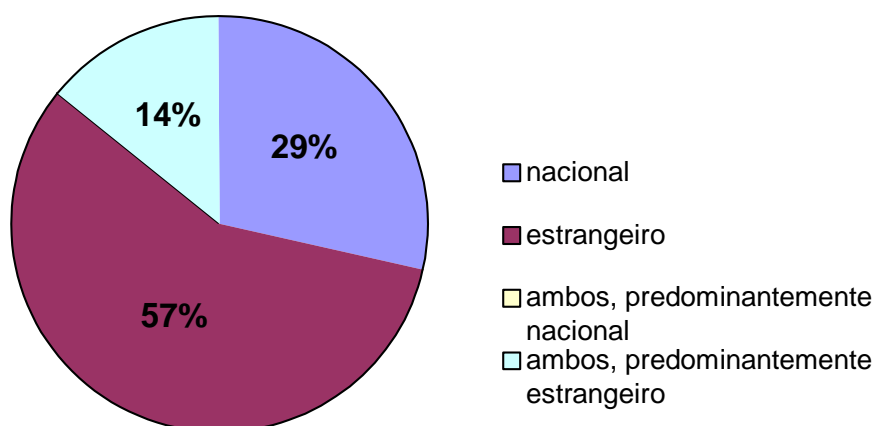


Figura 5.3: Questão 1.1 - Caracterização do capital da empresa

EMPRESAS	PRODUTO PRINCIPAL
1	Peças. plástica injetadas, conectores, caixa. de fusível, sensores
2	Chicotes automotivos e sistemas elétricos
3	Faróis
4	Sistemas de exaustão, de direção, injeção eletrônica.
5	Válvulas e conexões
6	Válvulas, balancin, motores hidráulicos, eixos, platô.
7	Vidros de segurança laminados
8	Peças usinadas, parafusos, conexões, buchas, etc.
9	Cinto de segurança
10	Compressor de ar p/freio, bombas p/freio, freio a disco.
11	Isolantes, revestimento p/teto
12	Válvulas pneumáticas, compressor de ar, etc.
13	Eixos, bielas, virabrequim, balacin, etc.
14	Tampa do motor, cárter, etc.
15	Pistão p/motor, anéis, camisa, tuchos, etc.
16	Pistão p/motor, anéis, camisa, tuchos, etc.
17	Componentes estampados de pequeno e médio porte
18	Termostatos, interruptores de temperatura, sensores de temperatura e para injeção eletrônica
19	Forjados e usinados
20	Válvulas de injeção, bico injetor, bombas, filtro, etc.
21	Rolamentos
22	Rolamentos
23	Mangueiras, retentores, juntas, etc.
24	Amortecedor, platô, disco embreagem, mancais, etc.
25	Sistemas ventilação, caixa de vácuo, sensores, reles.
26	Bielas, alavancas, virabrequim, engrenagem, etc.
27	Mangueiras e tapetes de borracha
28	Bombas de óleo, eixos, coroa, pinhão, engrenagem, caixa de direção, etc.

*Tabela 5.1: Empresas participantes deste trabalho*

Como mencionado anteriormente foi assumido com as empresas o compromisso de garantir o sigilo de suas repostas. Portanto, a análise dos resultados foi feita de um modo geral, garantindo desta forma o sigilo das respostas para as empresas.

## 5.2 Análise Geral

Foram recebidos 28 questionários, que foram tabulados e armazenados no banco de dados.

Para facilitar a análise os dados, estes foram agrupados de acordo com os itens descritos no item 1.2 deste trabalho, para que o objetivo deste trabalho seja atingido.

### • Utilização dos Sistemas CAx

O uso dos sistemas CAx são uns dos fatores mais importantes para a implementação do modelo virtual do produto. A aplicação destes sistemas pode ser observada na Figura 5.4 onde dentre as empresas pesquisadas o sistema CAD é o mais utilizado com 96%, 48% utilizam o sistema CAM, 44% o sistema CAE e 26% o sistema CAPP.

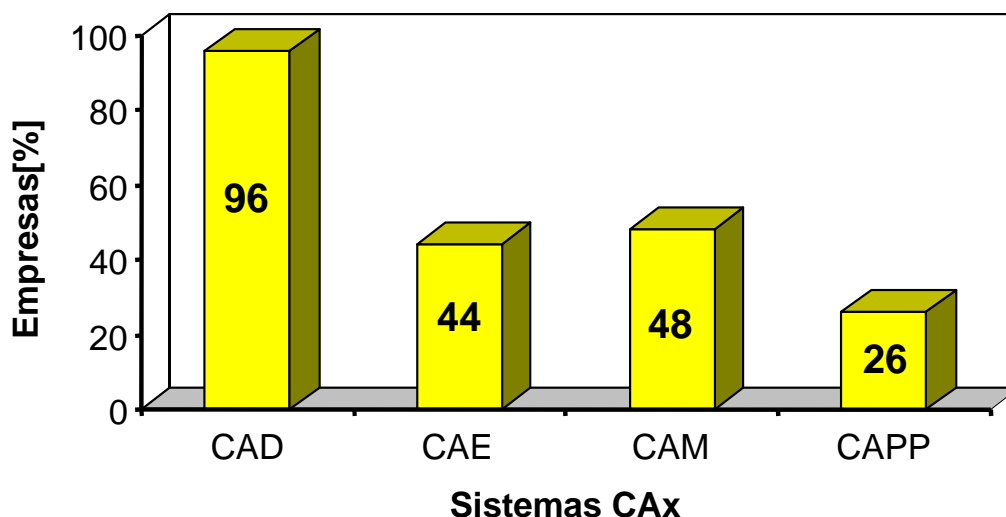


Figura 5.4: Questão - Utilização dos sistemas CAx

O sistema CAD é a tecnologia mais difundida entre as empresas, já que 67% das empresas que o utiliza, já estão usando o sistema há mais de seis anos (Figura 5.5), depois do sistema CAD o sistema CAM é o mais utilizado, sendo que 30% das empresas implementou-o há mais de seis anos (Figura 5.6).

Com relação ao sistema CAE 44% das empresas pesquisadas o utilizam (Figura 5.4), sendo que 22% das empresas o utilizam a mais de seis anos como pode ser



visto na Figura 5.8.

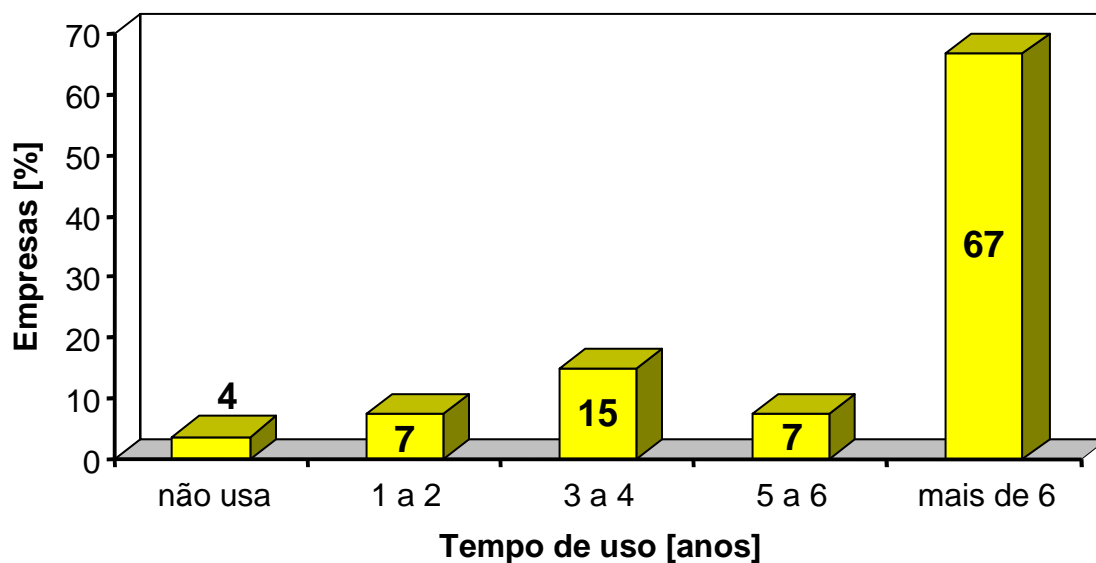


Figura 5.5: Questão 2.1a - Tempo de utilização do sistema CAD

O sistema CAPP é o menos utilizado pelos fornecedores do setor automotivo, onde apenas 26% o utilizam (Figura 5.4). O tempo de utilização do sistema pelas empresas pode ser visto na Figura 5.7, 11% das empresas estão em fase de adaptação da implementação e 11% já o utiliza há mais de seis anos.

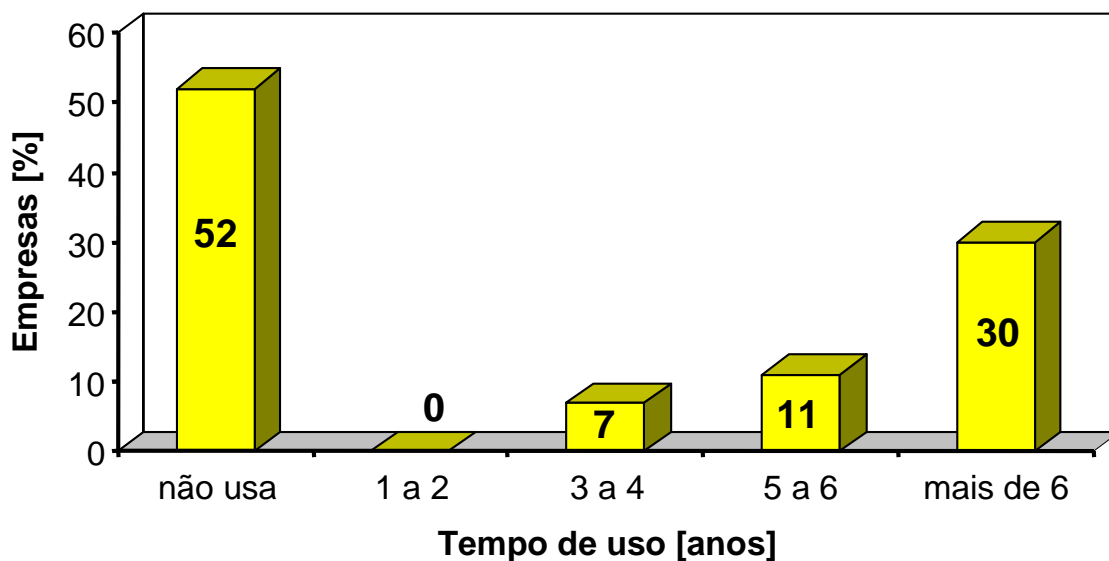


Figura 5.6: Questão 2.1b - Tempo de utilização do sistema CAM

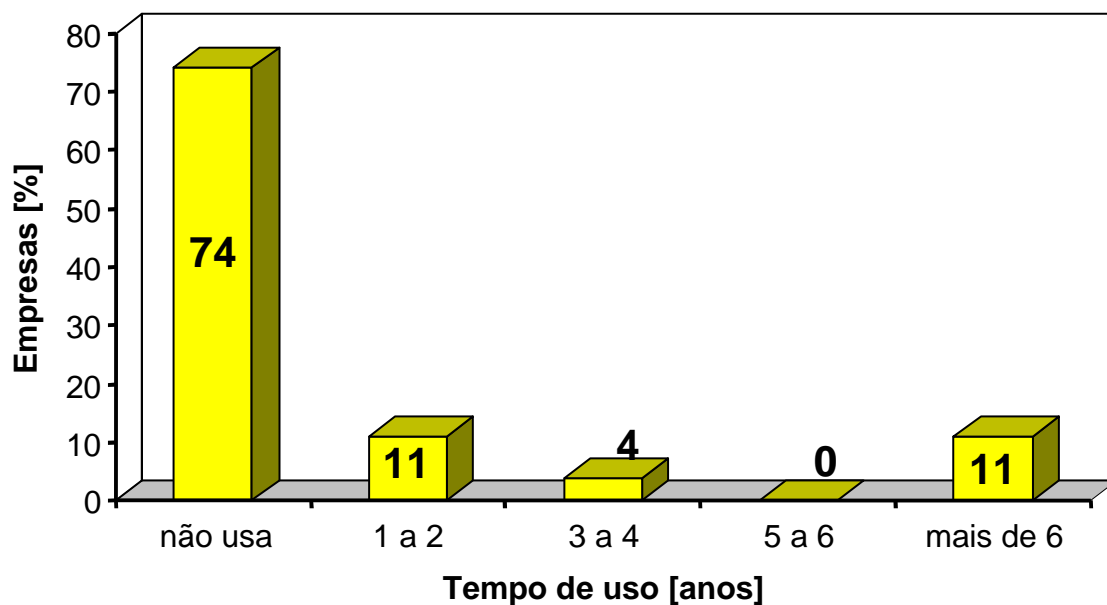


Figura 5.7: Questão 2.1c - Tempo de utilização do sistema CAPP

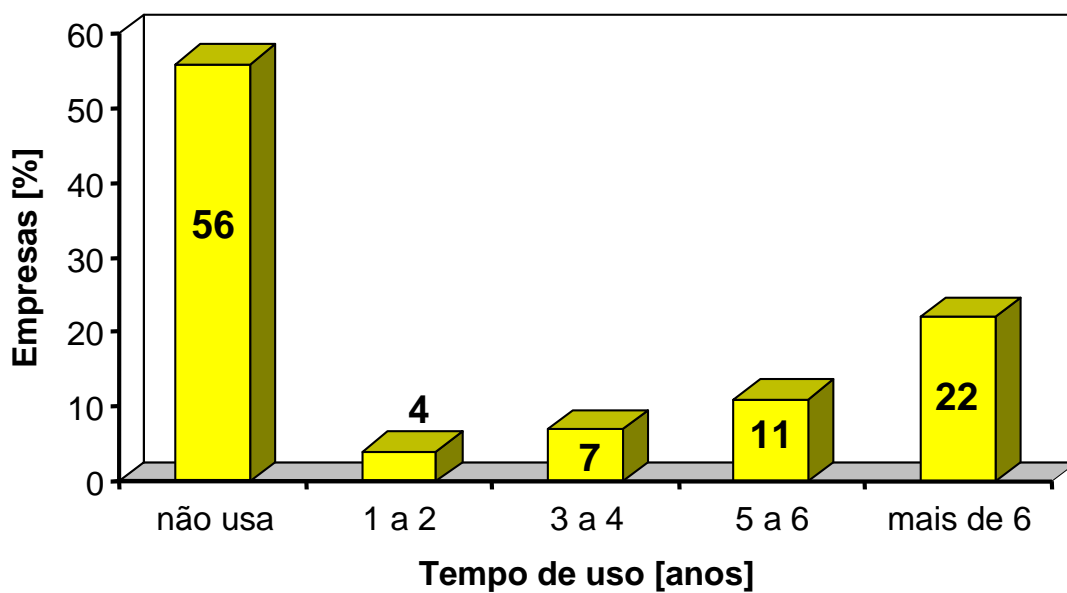


Figura 5.8: Questão 2.1d - Tempo de utilização do sistema CAE

Para uma maior integração entre os fornecedores da indústria automobilística é necessário uma troca de dados eficiente. A Figura 5.9 traz um panorama geral de como está sendo realizada a troca de dados entre os sistemas CAx dentro da própria empresa, e a Figura 5.10 mostra como é realizado entre a empresa e seus clientes.

Entre as empresas e seus clientes quase não há transferência de dados entre os sistemas CAx (Figura 5.10). Como foi mencionado anteriormente o sistema CAD é mais utilizado pelas empresas e a maior frequência registrada de transferência foi entre os sistemas CAD sendo mais utilizado o procedimento em *batch*, isto é, usando disquetes, fita magnética, etc., também é usado a transferência *on-line*, mas ainda com uma frequência de baixa representatividade.

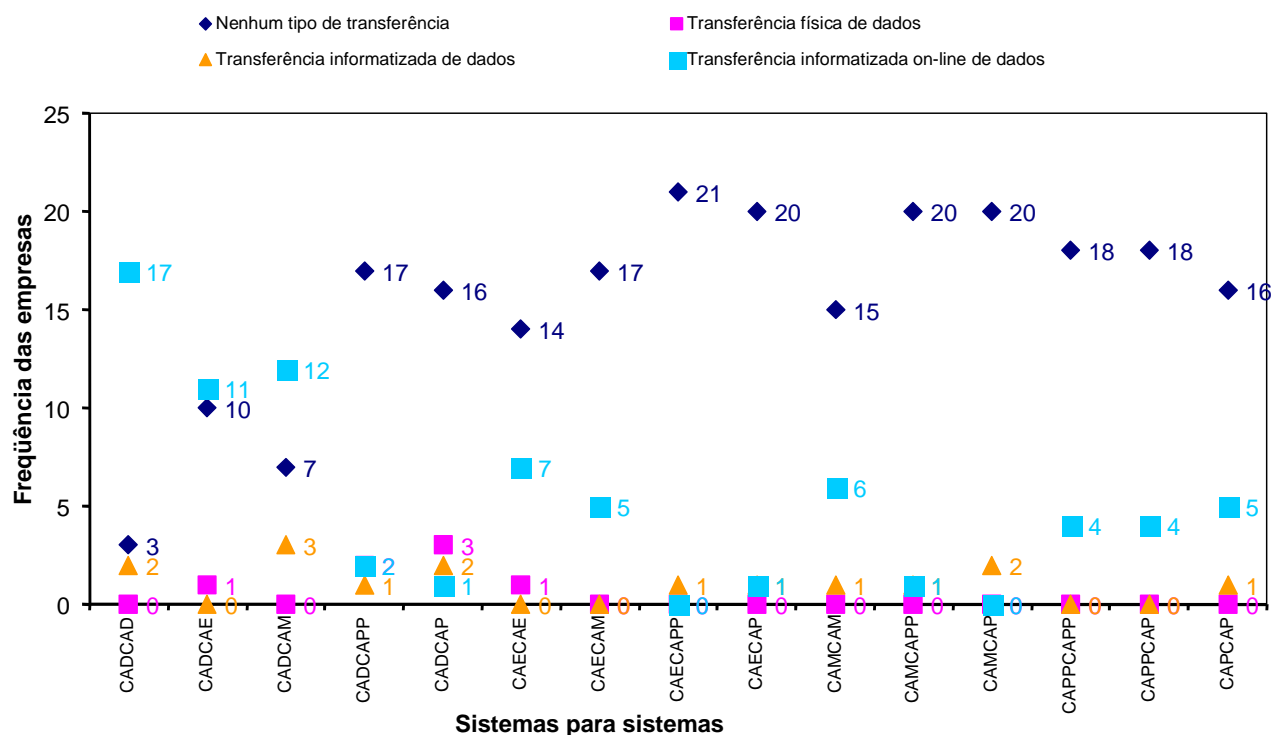


Figura 5.9: Questão 2.2 - Transferência entre sistemas CAx dentro da empresa

O uso do modelo virtual do produto implica na utilização dos sistemas CAD/CAE, mas o uso integrado destas duas ferramentas ainda é pequeno visto que 56% da empresas não possuem o sistema CAE e a transferência de dados entre empresas

utilizando este dois sistemas ainda é muito baixa, 75% das empresas não realizam nenhum tipo de transferência (Figura 5.10). Para as empresas que utilizam os sistemas CAD/CAE as atividades de projeto mais utilizadas, como pode ser visto na Figura 5.11 são o detalhamento do produto (70%), seguindo pelo projeto de conjunto (64%) e as modificações (61%).

Conforme a Figura 5.12, são diversos os módulos de sistemas CAE utilizados pelas empresas, dentre os quais os mais empregados são: 79% análise de tensões, 50% simulação de usinagem e FMEA para projeto e 43% análise dinâmica.

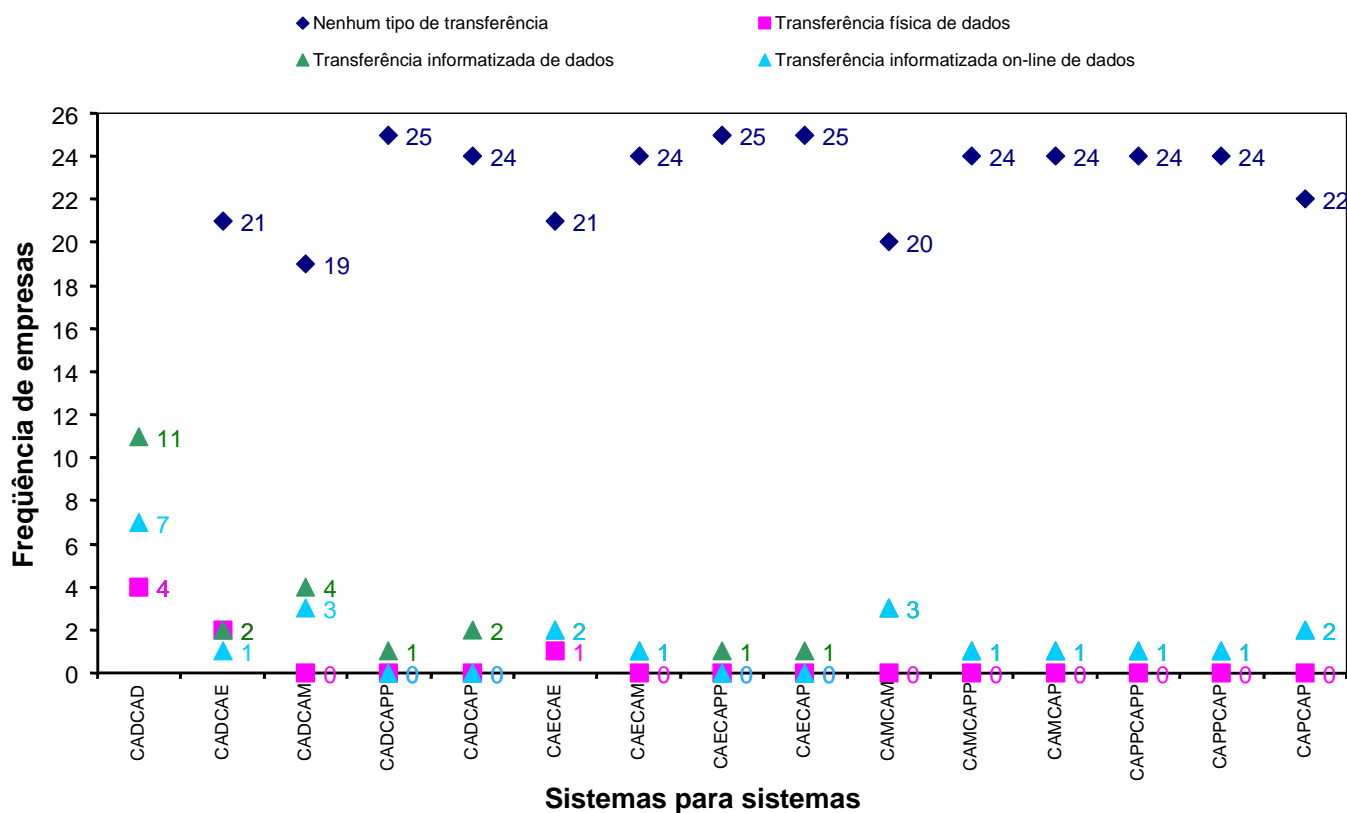


Figura 5.10: Questão 2.3 - Transferência de dados entre sistemas CAx entre empresas e clientes

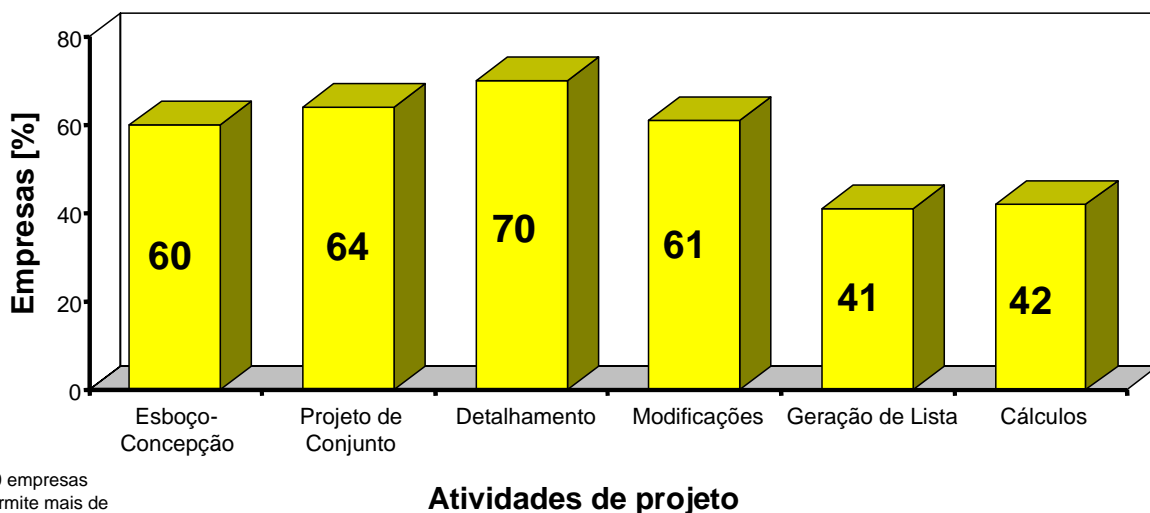


Figura 5.11: Questão 4.4 - Atividades de projeto desenvolvidas em sistemas CAD/CAE

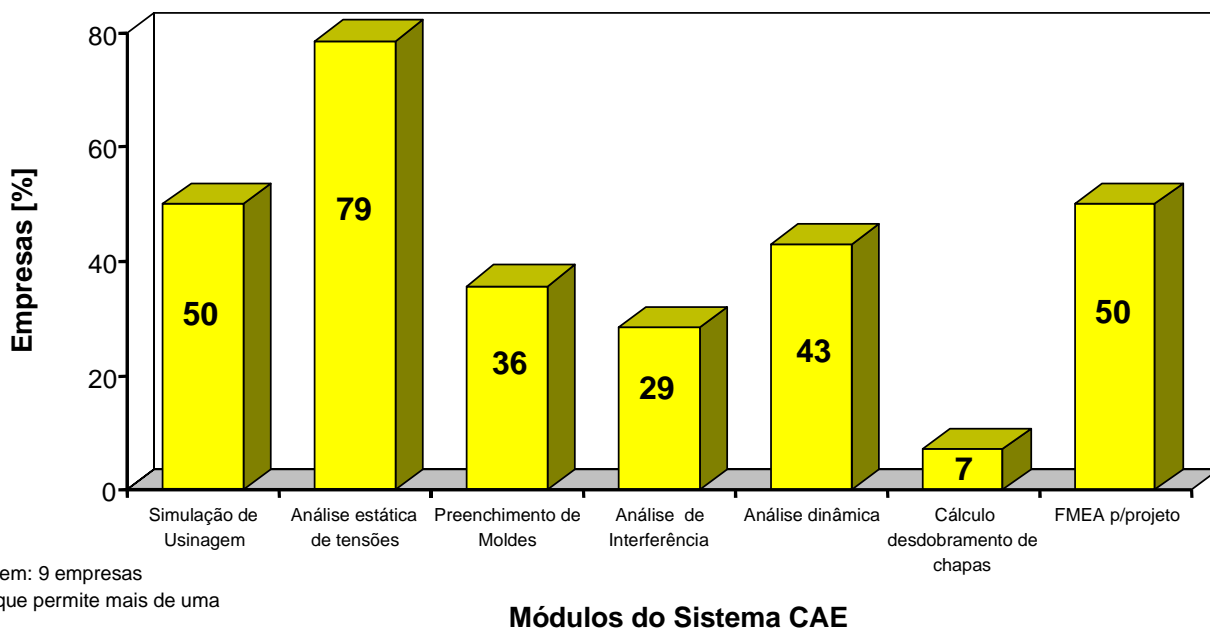


Figura 5.12: Questão 4.15 - Identificação dos módulos do sistema CAE utilizado nas empresas

Como foi discutido no item 2.4.2 deste trabalho um fator que facilita bastante a implementação do modelo virtual do produto é os fornecedores possuírem os mesmos sistemas CAD de seus clientes para facilitar a troca de dados geométricos,

ou ter disponível interfaces de troca de dados eficientes como por exemplo, o STEP. Muito dos fornecedores possuem vários sistemas CAD com este objetivo. Observa-se na Figura 5.13 que os sistemas CAD entre os fornecedores encontram-se bastante diferenciados: 50% utilizam AutoCAD, 35% utilizam o Pro/Engineer e o CATIA (sistema utilizado pela Mercedes-Benz e Wolkswagem), 31% usam o Unigraphics (sistema que a General Motors utiliza), 15% Microstation, 12% I-Deas (sistema usado pela Ford), EMS/Intergraph, CADDS 5, Professional CADAM e outros sistemas do mercado menos de 9% das empresas utilizam.

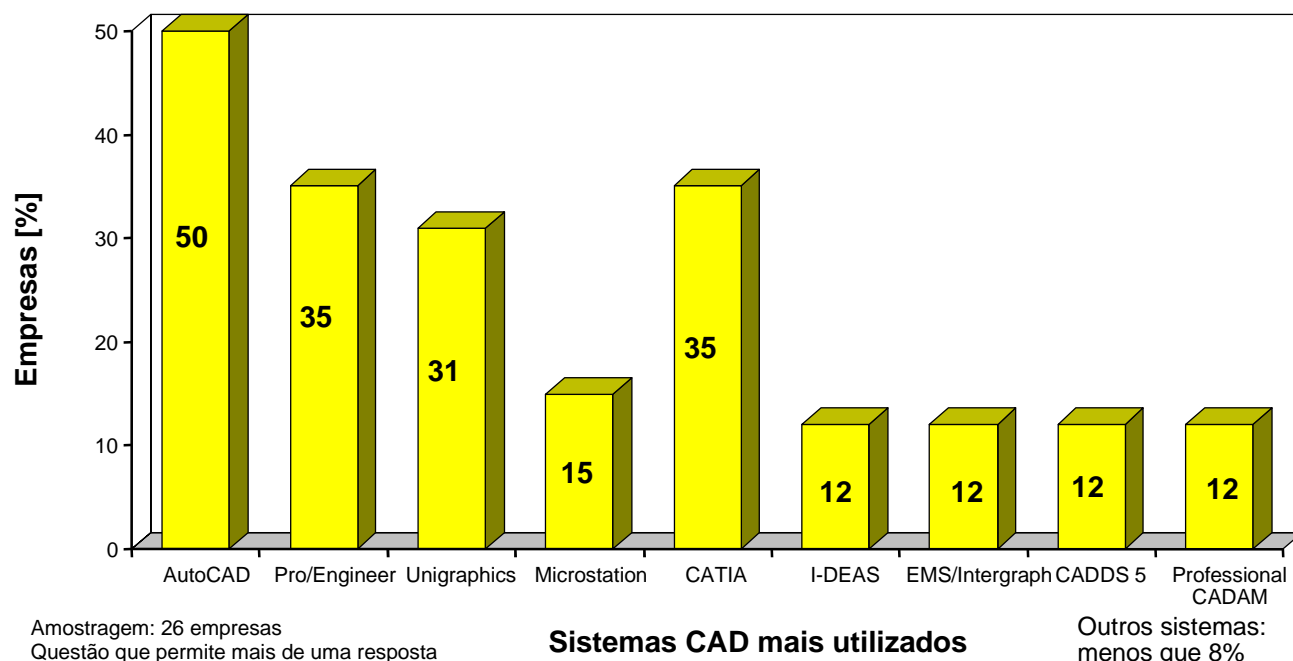
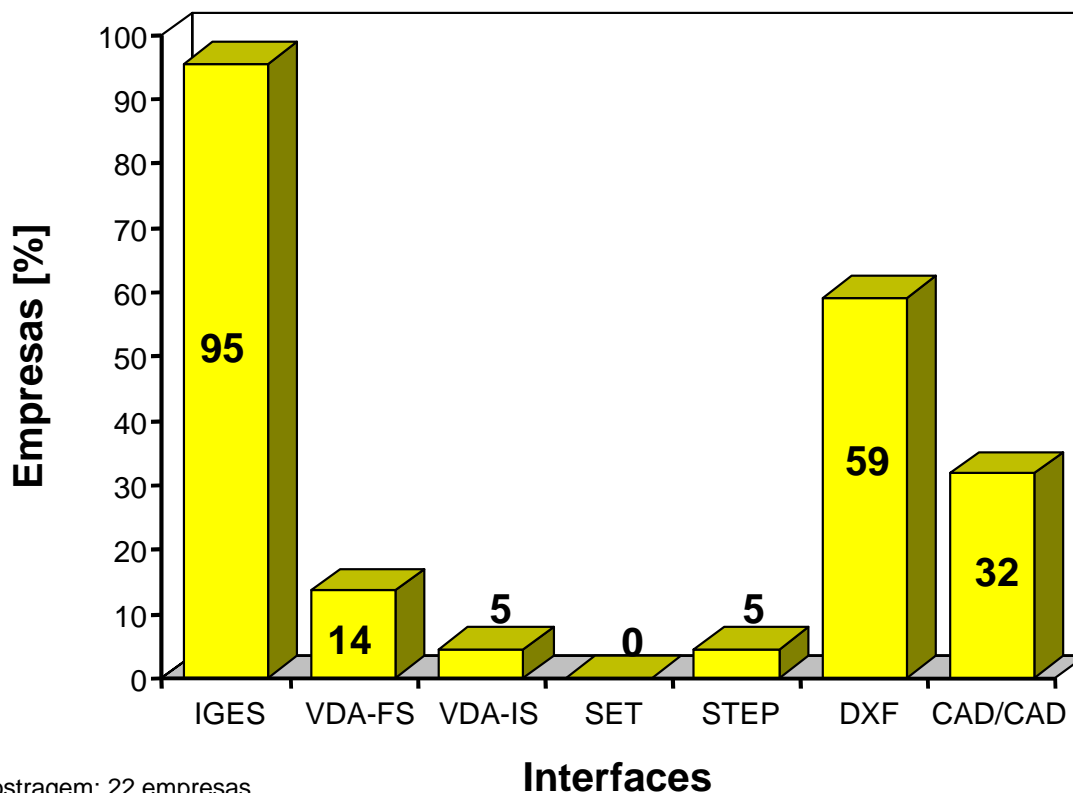


Figura 5.13: Questão 4.6 - Sistemas CAD mais utilizados pelos fornecedores do setor automotivo

Foi também analisado nos fornecedores quais os tipos de interfaces disponíveis para troca de dados geométricos e tecnológicos entre os sistemas CAD/CAE/CAM (Figura 5.14). Nas empresas participantes destes trabalho 95% delas utilizam o padrão IGES, 59% o padrão DXF, 32% o tradutor direto CAD/CAD, 14% usam o VDA-FS e 5 % utilizam o VDA-IS e a norma STEP.

Como foi discutido no início deste trabalho (item 2.4.2) a norma STEP foi criada para minimizar o problema com as trocas de dados entre os sistemas CAD/CAM/CAE. Quando este trabalho começou a ser desenvolvido as empresas não tinham

conhecimento sobre a norma STEP e hoje de acordo com questão 4.13 do questionário 5% das empresas pesquisadas já possuem a interface padrão STEP e 5% pretendem implementar em 2 anos.



Amostragem: 22 empresas

Questão que permite mais de uma resposta

Figura 5.14: Questão 4.12 - Interfaces de troca de dados disponíveis e em uso

- **Modelamento geométrico**

O DMU irá permitir que no desenvolvimento de produto sejam dispensados vários protótipos físicos, e o produto será digitalmente analisado no computador. Para isso a utilização de sistemas CAD com modelos geométrico 3D é o fator mais importante para utilização do modelo virtual, pois permite a visualização volumétrica do produto. A Figura 5.15 mostra que 74% das empresas pesquisadas utilizam o modelamento geométrico 3D no desenvolvimento e projeto e 22% não utilizam, mas pretendem implementar em 2 anos e, 4% não utilizam e nem pretendem implementar pois o modelo 2D é o suficiente para a necessidade da empresa.

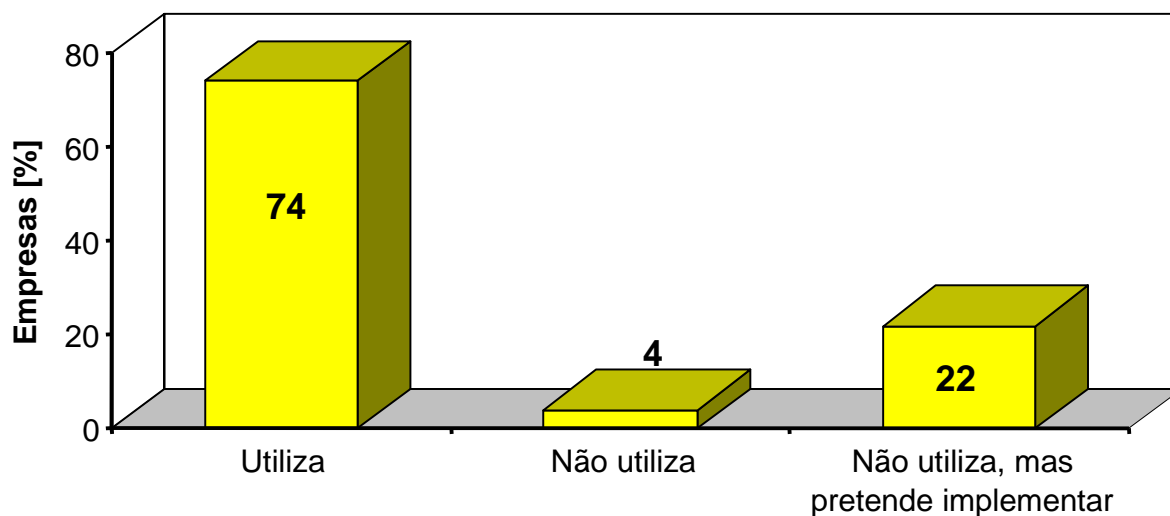


Figura 5.15: Questão 4.9 - Caracterização da utilização do modelamento geométrico 3D

A Figura 5.16 mostra os modelos geométricos tridimensionais utilizados hoje pelas empresas: 43% utilizam o modelo sólido paramétrico, 20% o modelo de superfícies, 19% o modelo sólido e 18% o wireframe. Apesar de 74% das empresas possuírem o modelo geométrico 3D, o volume de trabalho nos sistemas CAD ainda é maior com o modelo 2D [38]. Para a implementação do DMU é necessário que os fornecedores passem a trabalhar com os modelos geométricos 3D.

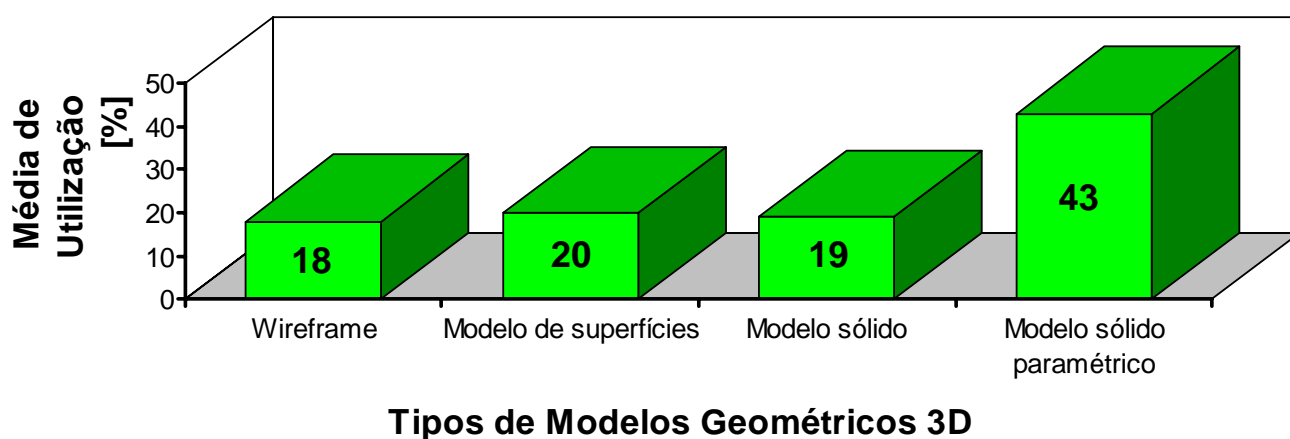


Figura 5.16: Questão 4.8 - Tipos de Modelos Geométricos utilizados



- **Troca de Informações**

Para uma total integração entre a indústria automobilística e seus fornecedores é necessário avaliar os tipos de informações trocadas entre eles e como se realizam as trocas de informações interna e externa as empresas.

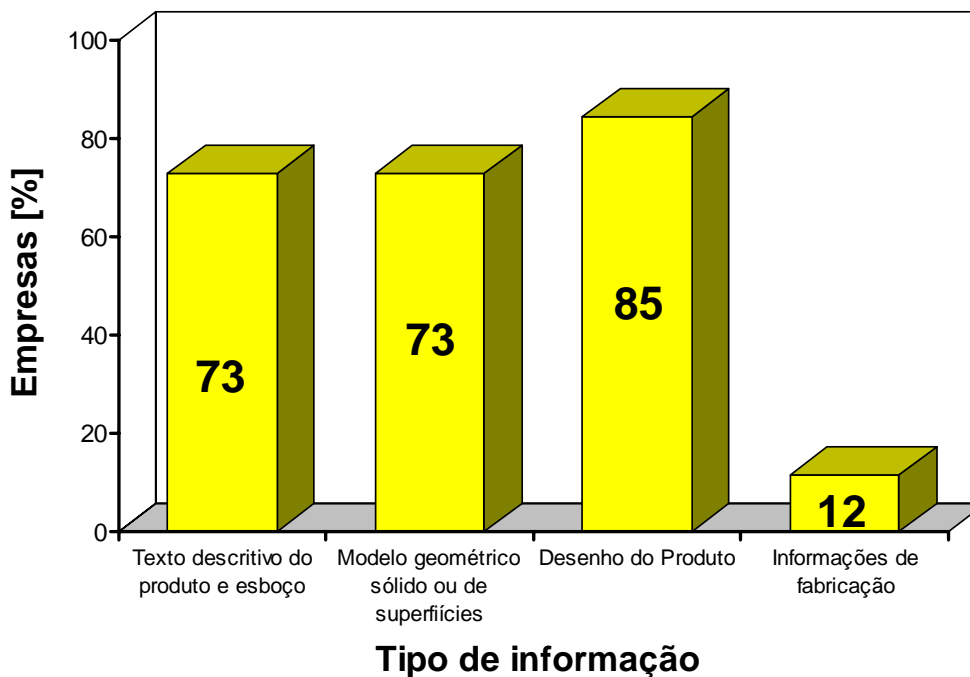


Figura 5.17: Questão 3.2 - Tipo de informações trocada com clientes

A Figura 5.17 caracteriza os tipos de informações trocadas com os clientes. As informações mais comuns são: 85% desenho do produto, 73% texto descritivo do produto, esboço do produto e modelo geométrico sólido ou de superfícies e, 12% informações de fabricação (processo, programa NC, etc.).

De acordo com os itens que devem ser analisados, descritos no item 1.2. A Figura 5.18 e Figura 5.19 descrevem os meios de troca de informações utilizados pelos fornecedores do setor automotivo. Os principais meios utilizados para transferência de desenhos (Figura 5.18) são:

- Transferência interna: 78% papel, 56% local area, 22% disquete e 19% modem.
- Transferência externa: 78% papel, 56% fita magnética, 52% disquetes, 37%

modem e 30% wide area.

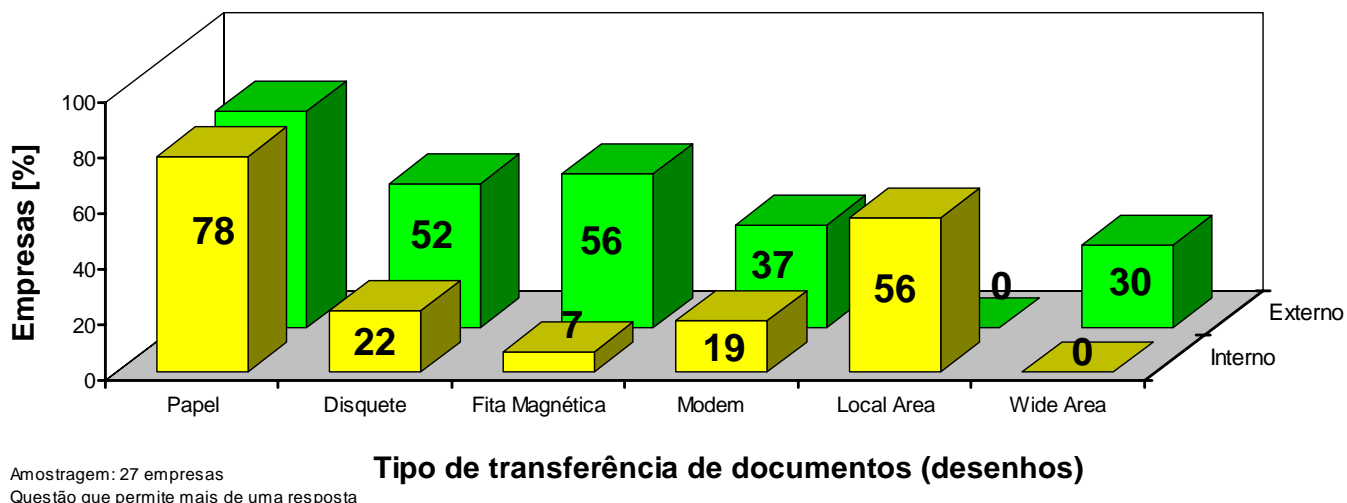


Figura 5.18: Gráfico 3.3 - Caracterização do modo de transferência de desenhos

Os meios utilizados para transferência de textos (Figura 5.19) são:

- Transferência interna: 85% local area, 81% papel, 33% disquetes e 15% modem.
- Transferência externa: 74% papel, 70% modem, 48% disquete e wide area e, 15% fita magnética.

Como pode ser observado, a transferência de documentos interna e externa à empresa, com o uso do papel ainda é muito grande. Destaca-se o uso de disquetes e modem para transferência de documentos. Em ambos os gráficos pode-se observar que a maioria das empresas dispõe de uma rede local, esta, entretanto, não está sendo plenamente utilizada para a troca de informações visto que a maior concentração na troca de documentos ainda é o papel.

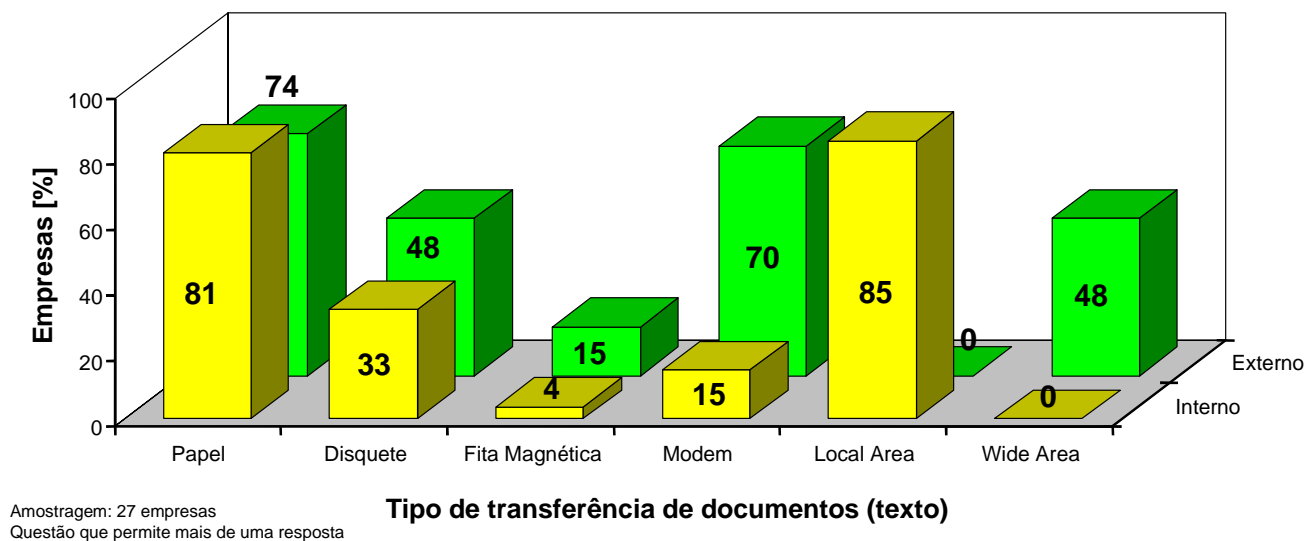
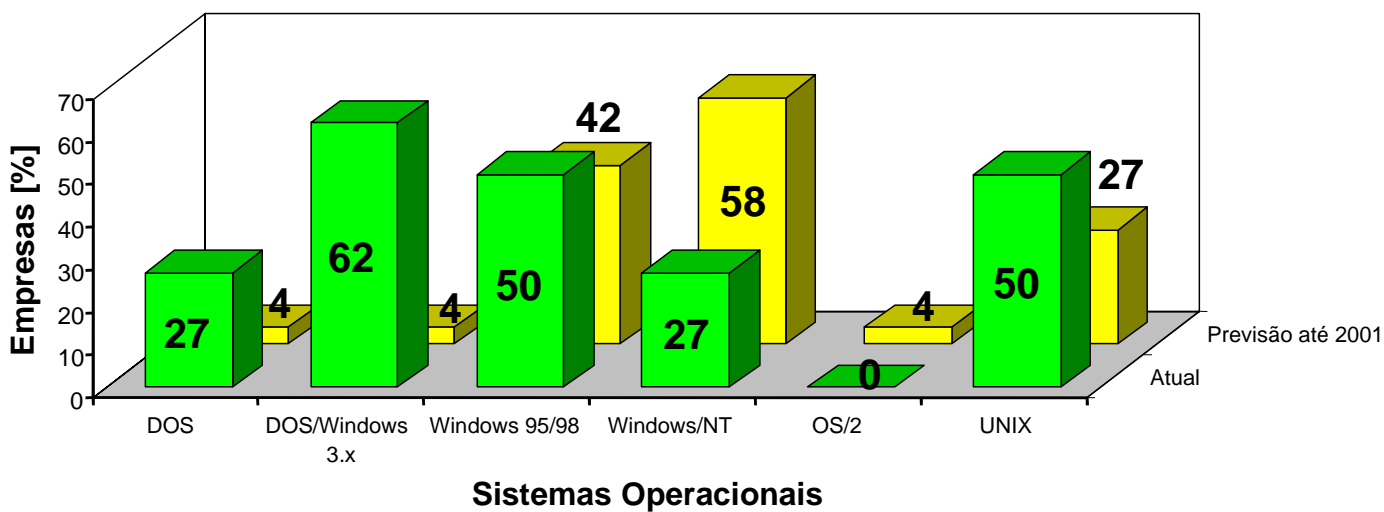


Figura 5.19: Questão 3.3a - Caracterização do modo de transferência de textos

- **Hardware utilizado**

Como já foi discutido anteriormente a utilização do modelo virtual do produto envolve um uso integrado de diversos sistemas CAx. Para se ter uma maior rapidez e eficiência compatível com a tecnologia moderna é preciso utilizar sistemas operacionais que ofereçam uma interface eficiente com o usuário e com os outros sistemas.

Na Figura 5.20 é caracterizado a utilização atual dos sistemas operacionais, e a tendência de implementação de sistemas até 2001. Atualmente os sistemas operacionais mais utilizados pelas empresas pesquisadas são: 62% DOS/Windows 3.x., 50% Windows 95/98 e UNIX, 27% DOS e 27% Windows/NT. Destaca-se a previsão de implantação do Windows/NT (58%).

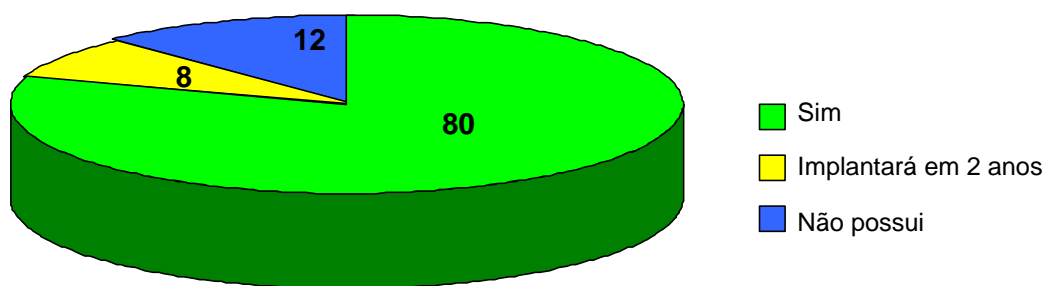


Amostragem: 26 empresas  
 Questão que permite mais de uma resposta

Figura 5.20: Questão 2.4 - Caracterização dos sistemas operacionais utilizados

#### • Qualidade

Devido a forte concorrência que as empresas os fornecedores vem enfrentando, eles estão buscando produtos com maior qualidade. Para tanto 80% das empresas pesquisadas já possuem um sistema de gerenciamento da garantia de qualidade e 8% irão implementar em dois anos (Figura 5.21).



amostragem: 25 empresas

Figura 5.21: Questão 5.1 - Empresas que possuem sistema de gerenciamento da qualidade

Na Figura 5.22 pode ser observado que 80% tem certificação do sistema de qualidade, 12% irão conquistar a certificação em dois anos.

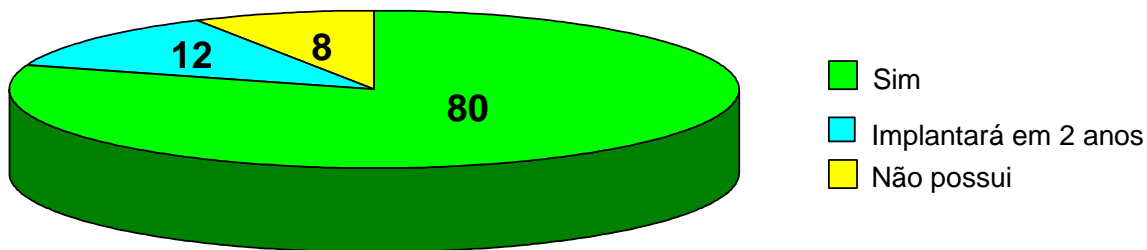


Figura 5.22: Questão 5.2 - Empresas que possuem certificação do sistema de qualidade

Dentre as ferramentas mais utilizadas para garantia da qualidade estão: CEP (22%), FMEA (22%) e 15% utilizam o QFD.

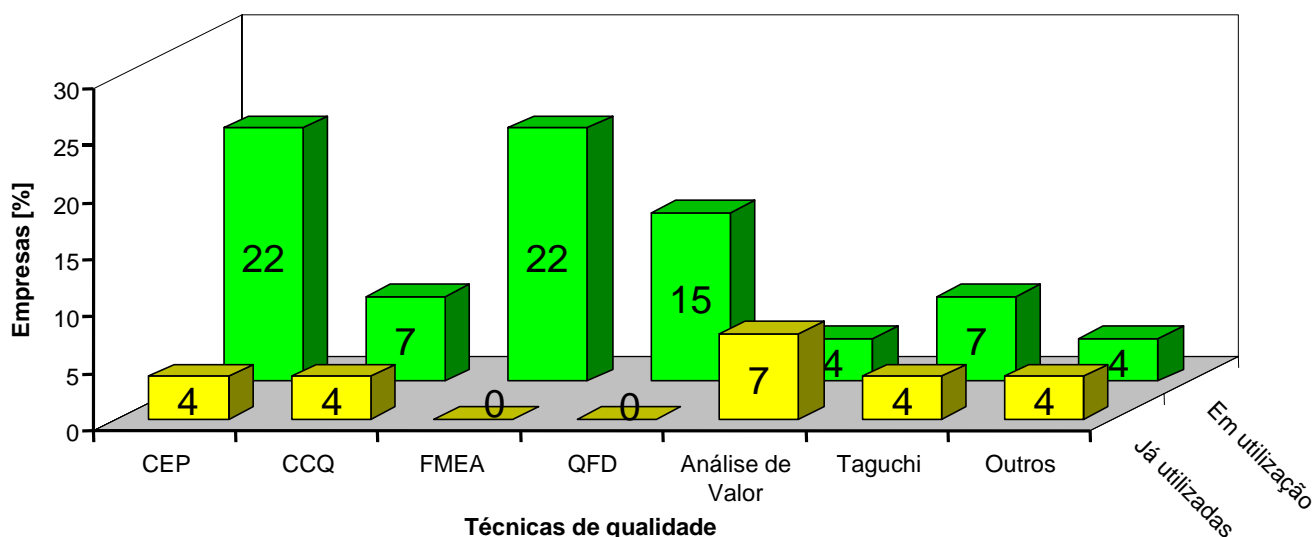
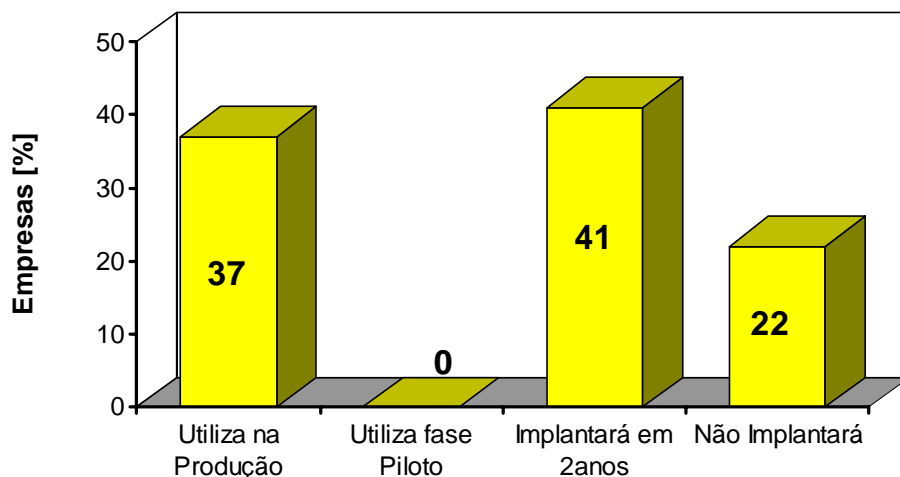


Figura 5.23: Questão 5.3 - Técnicas de qualidade já utilizadas e em utilização nas empresas

O FMEA e o QFD são técnicas utilizadas para se garantir a qualidade do produto desde o estágio de desenvolvimento de produto

- **Gerenciamento de Dados**

Como visto no item 2.4.4 são utilizados para gerenciar toda a informação relacionada aos produtos da empresa os sistemas PDM/EDM. Estes sistemas são para aumentar a produtividade, oferecendo uma plataforma de integração de todas as pessoas relacionadas com o processo de desenvolvimento do produto. Dentre as empresas pesquisadas 37% já utilizam os sistemas EDM/PDM em alguns de seus departamentos (Figura 5.24), 41% implantará em dois anos e 22% não pretendem implantar.



### Caracterização da Utilização dos Sistemas EDMPDM

Amostragem: 27 empresas

Figura 5.24: Questão 6.4 - Caracterização do uso de sistemas de gerenciamento de dados

Os departamentos citados, dentre as empresas que utilizam esta tecnologia (Figura 5.25) são: 60% o departamento de fabricação, compras e controladoria, 50% desenvolvimento e projeto, 50% vendas e distribuição e 30% marketing.

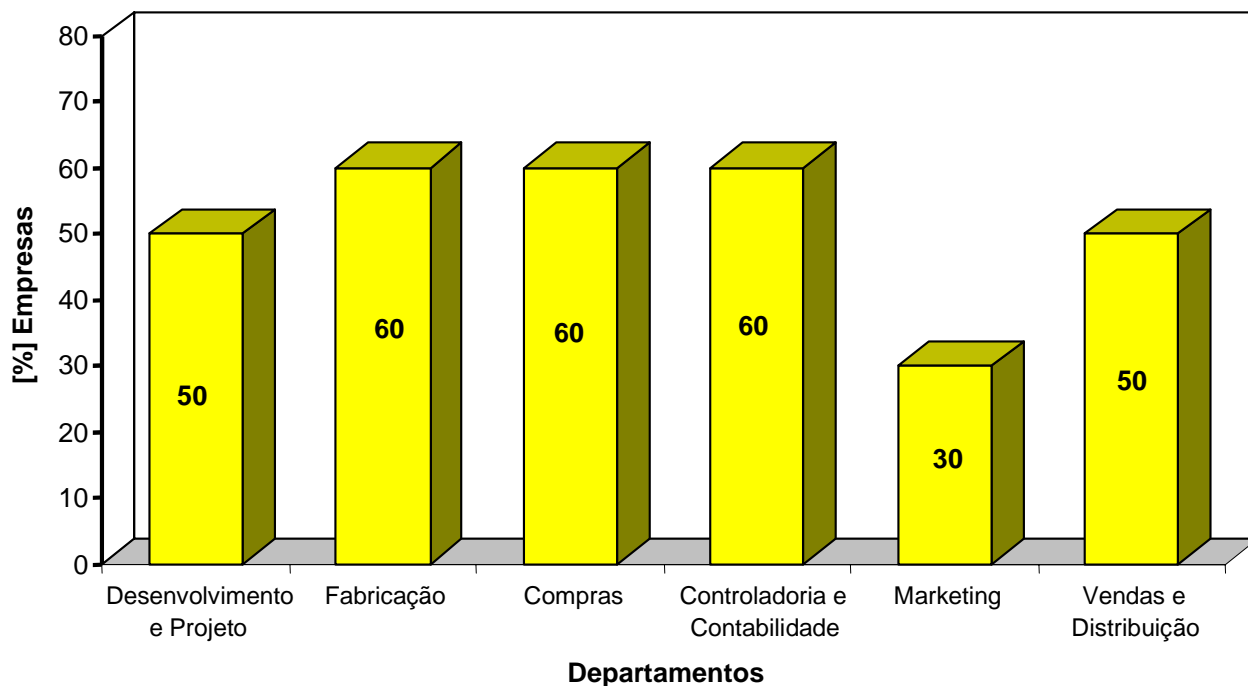


Figura 5.25: Questão 6.7 - Departamentos que utilizam regularmente o sistema EDM/PDM

### 5.3 Identificação do fator humano utilizado nas empresas

Para as empresas engajarem em um processo de desenvolvimento de produto virtual, é necessária a utilização de processos tecnológicos inovadores, que conseqüentemente envolve funcionários capacitados e ou habilitados. Mesmo sendo o foco deste trabalho a automação e modernização, não pode se esquecer que é no recursos humanos que se encontra a chave para o sucesso tecnológico.

Foi comentado no item 2.4 deste trabalho, a importância da identificação do nível educacional dos funcionários das empresas e os investimentos realizados e à se realizarem no setor de recursos humanos.

Foram caracterizados o nível de escolaridade da mão-de-obra de fabricação e da mão-de-obra administrativa (Figura 5.26). Foram também avaliados a estratégia competitiva adotada pelas empresas, quais os investimentos gerais e a tendência de investimentos na capacitação de recursos humanos.

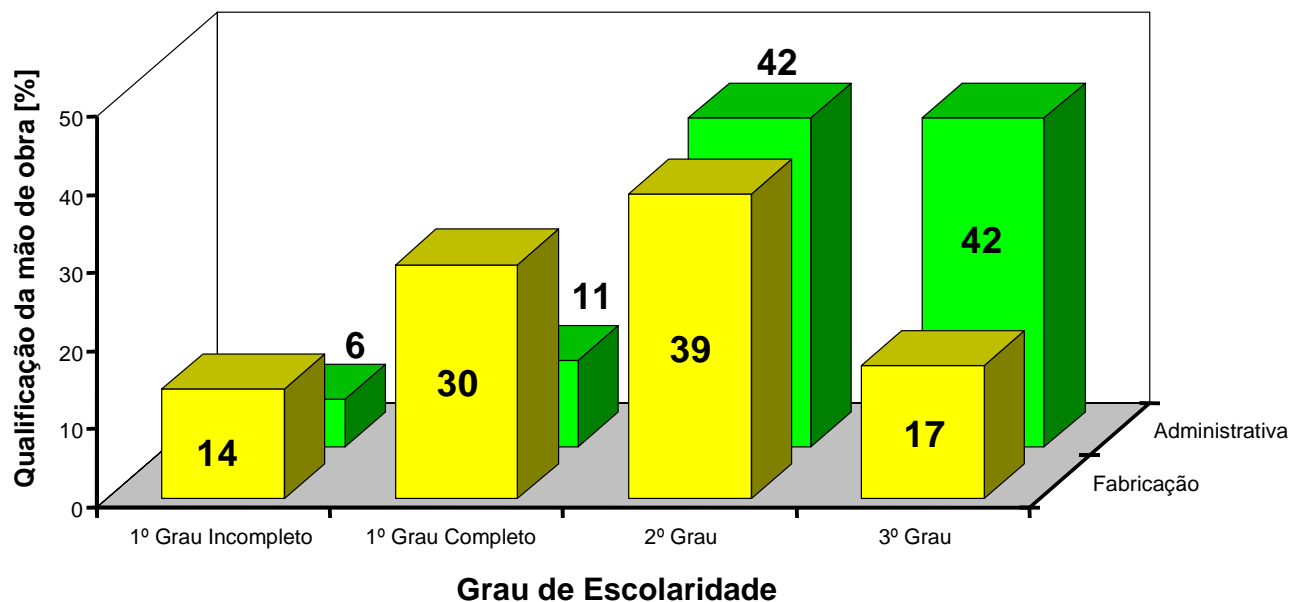
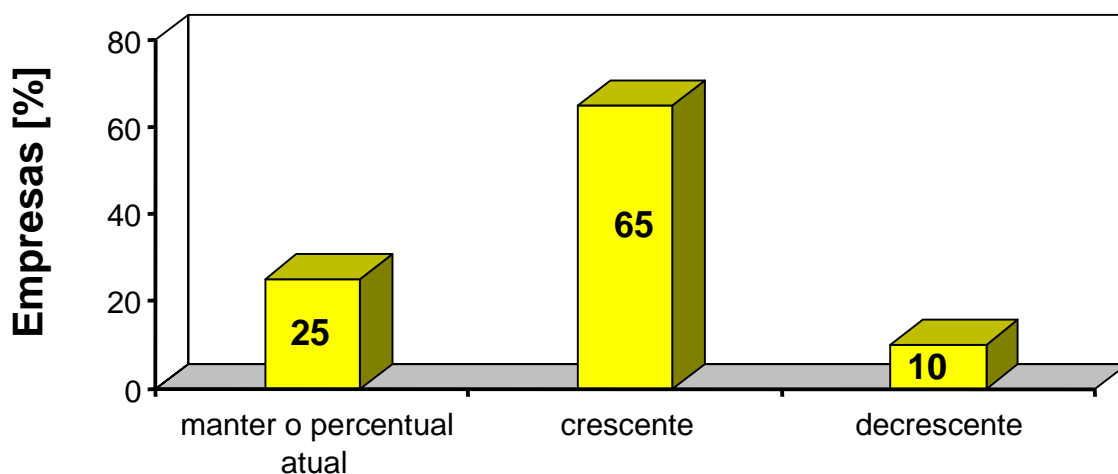


Figura 5.26: Questão 1.13 - Caracterização do nível de escolaridade nas empresas

De acordo com a

Figura 5.26 quanto ao nível educacional da mão-de-obra de fabricação nota-se que as empresas estão buscando trabalhar com pessoal que tenham no mínimo o 1º

grau completo (30%) e 2º grau (39%). Já na área administrativa, as empresas buscam trabalhar com pessoal de 2º grau (42%) e nível superior (42%).



Amostragem: 20 empresas

### Tendência dos investimentos gerais

Figura 5.27: Questão 1.11 - Tendência de investimentos gerais

Pode-se observar a tendência de investimentos gerais realizados pelas empresas na Figura 5.27, onde 65% das empresas pesquisadas pretendem aumentar estes investimentos. Dentre os investimentos gerais (questão 1.11), destaca-se a aquisição de máquinas e equipamentos (39%), a implementação de técnicas CAx (10,5%), P&D (4,5%) e recursos humanos (4%).

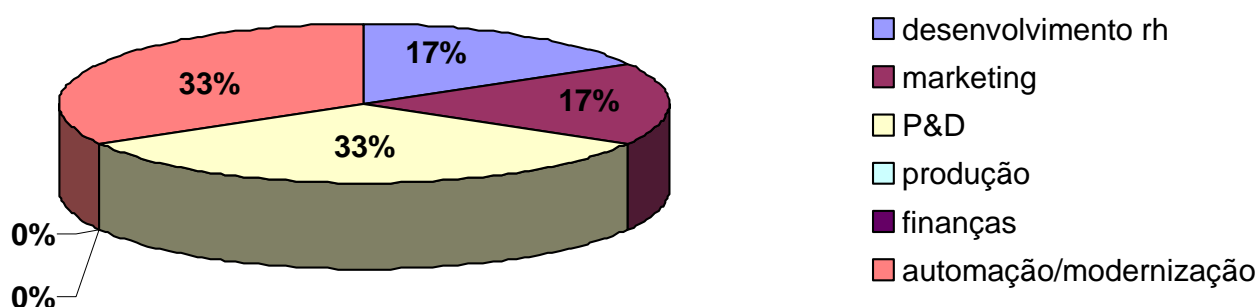


Figura 5.28: Questão 1.5 - Estratégia competitiva adotada pela empresa

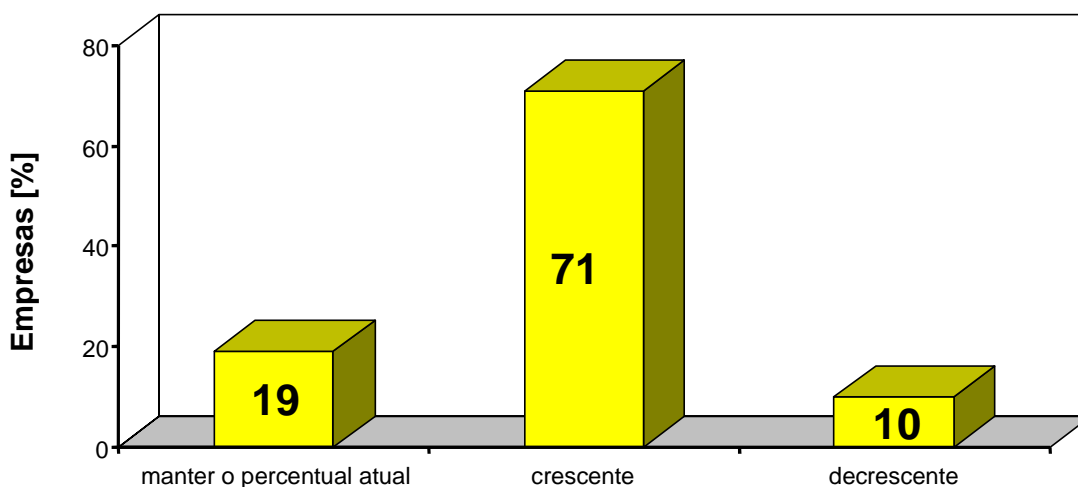
Os investimentos gerais estão de acordo com a estratégia competitiva adotada pelas empresas (Figura 5.28). As principais estratégias adotadas são: a



automatização/modernização (33%), P&D (33%), recursos humanos (17%) e marketing (17%).

Com a introdução de novas tecnologias, torna-se necessário a capacitação dos funcionários para que estas sejam usadas corretamente e da maneira mais eficiente. A média de horas investidas em treinamento de funcionários é de 40 horas anuais por funcionário. Nota-se na Figura 5.29 que 71% das empresas pesquisadas pretendem aumentar os investimentos em horas de treinamentos por funcionário.

Uma pesquisa realizada em 1998 envolvendo 286 empresas em dez estados do Brasil apontou que 77% dos treinamentos realizados são específicos, ligados à operação de uma determinada máquina ou sistema informático. Os principais tipos de cursos de capacitação são em: qualidade, controle de equipamento, sistemas CAD e controle de processo [21].



Amostragem: 21 empresas

#### **Tendência dos investimentos em horas de treinamento**

*Figura 5.29: Questão 1.12 - Tendência de investimentos em horas de treinamentos*

Também nesta pesquisa, foi identificado o perfil da mão-de-obra que está sendo qualificada para operar no novo ambiente advindo da automação, e público alvo dos treinamentos eram: 50% técnicos, 40% engenheiros, 30% supervisor e operador [21].

## 5.4 Identificação do Perfil Tecnológico das empresas pesquisadas

O perfil tecnológico foi obtido considerando a adaptabilidade das empresas ao modelo virtual do produto. A identificação do perfil tecnológico das empresas foi feita de acordo com a metodologia proposta no item 4.1 deste trabalho.

Questões selecionadas na metodologia	Perfil A	Perfil B	Perfil C
	Empresa "X"	Empresa "Y"	Empresa "Z"
1.13 Estrutura recursos humanos	13	9.2	8.5
2.1 Utilização de sistemas CAx	7,5	11	3
2.3 Automação entre sistemas CAx	3	2	2
3.3 Meios de troca de informações	11	11	5
4.4 Atividades de projeto em sistema CAD/CAE	6	6.7	0
4.6 Softwares de sistemas CAD disponíveis	3	6	1
4.8 Utilização do modelo geométrico 3D	9	0.4	0
4.15 Módulos sistemas CAE em utilização	3	4	0
6.4 Utilização de sistemas EDM/PDM	20	10	5
6.7 Departamentos que utilizam sistemas EDM/PDM	8	0	0
<b>Pontuação Total</b>	<b>83,5</b>	<b>60.3</b>	<b>24,5</b>

*Tabela 5.2: Aplicação da metodologia para identificação do perfil tecnológico*

Na Tabela 5.2 pode-se se observar exemplos de três empresas, denominadas “X”, “Y” e “Z” para garantir a confidencialidade das empresas, classificadas dentro dos Perfis A, B e C.

Pode-se observar que a empresa “X”, identificada dentro do Perfil A, possui todos os

requisitos mínimos demonstrados na metodologia proposta, na Tabela 4.1. As empresas identificadas dentro deste perfil, geralmente, são consideradas de grande porte. A empresa “X” é usuária dos sistemas CAD/CAE/CAM, já trabalha com alguma automação entre os sistemas. A empresa, também possui *software* CAD com modeladores geométricos 3D, neste caso o Unigraphics, e desenvolve seus projetos 100% baseados no modelo tridimensional. Esta empresa, já está trabalhando gerenciando sistemas EDM/PDM, nos departamentos de desenvolvimento e projeto, fabricação, compras, vendas e controladoria. Além de tudo, apresenta meios de troca de informações eficientes. Em resumo, a empresa “X” está apta para a implementação do DMU.

A empresa “Y”, identificada dentro do Perfil B, também está de acordo com o perfil descrito na metodologia proposta no item 4.1. Pois trata-se de uma empresa que apresenta a maioria dos recursos tecnológicos necessários para a implementação do modelo virtual do produto, mas não possui alguns dos requisitos fundamentais como: trabalha apenas 2% das atividades de desenvolvimento no modelo 3D, apesar de possuir o *software* CATIA; tem um sistema PDM, mas ainda em fase piloto.

Já a empresa “Z”, classificada como Perfil C, entre os sistemas CAx, possui apenas o sistema CAD, mas baseado em modelo geométrico 2D (*software* AutoCAD), e não planeja implantar o 3D. Não possui os sistemas EDM/PDM, porém planeja implantá-los em dois anos. Nesta empresa o papel é o principal meio de troca de informações. Portanto, o Perfil C, realmente identificou uma empresa que necessita de muitos investimentos na área tecnológica para estar apta à implementação do DMU.

Geralmente as empresas dentro do Perfil C, são empresas que o desenvolvimento de seu produto não justifica o uso de recursos tecnológicos avançados. A implementação do modelo virtual neste tipo de empresa é muito difícil e requer muito investimentos em novas tecnologias.

Pode-se observar que a metodologia não permite que uma empresa não possua todos os recursos mínimos considerados fundamentais, se classifique dentro do Perfil A, um exemplo, é a própria empresa “Y”, que comparando os dados na Tabela 5.2, percebe-se que as empresas “X” e “Y” são de estruturas tecnológicas parecidas, mas a “Y” ainda necessita implementar o modelo geométrico 3D e o sistema

EDM/PDM. Muitas das empresas que estão dentro deste perfil demonstraram tendência em estar implementando, num período de dois anos, alguns dos recursos tecnológicos necessários para a utilização do DMU.

Pode-se observar também, que uma empresa dentro do Perfil C, jamais será classificada de maneira errada, mesmo que ela possua, por exemplo, um sistema EDM/PDM, em funcionamento, gerenciando os seus departamentos. Neste caso ela teria 28 pontos à mais, no caso da empresa “Y”, esta passaria para o Perfil B, pois atenderia alguns dos requisitos mínimos tecnológico, mas ainda necessitaria de investimentos para estar dentro do Perfil A.

A classificação obtida foi a seguinte: 11% das empresas pertencem ao perfil A, 33% ao perfil B e 56% ao perfil C (Figura 5.30).

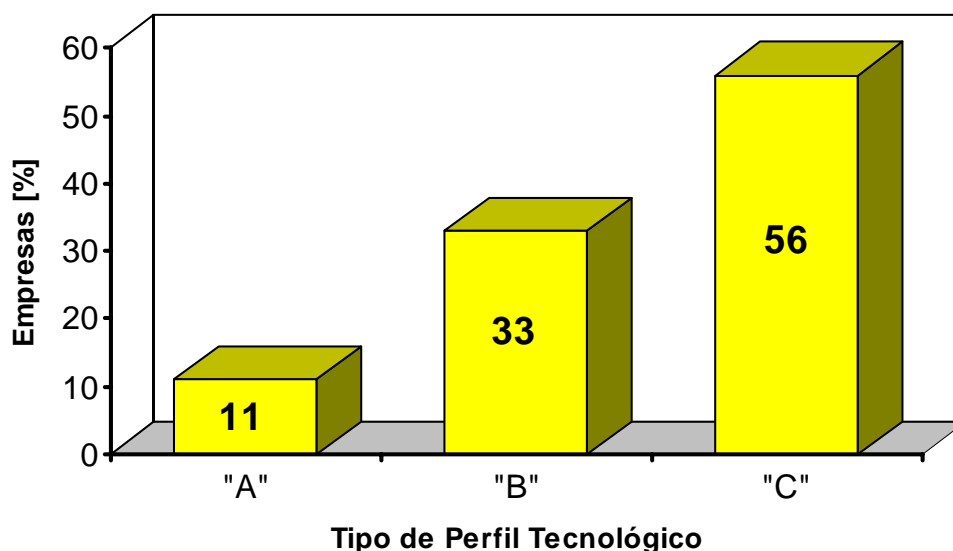


Figura 5.30: Perfil tecnológico das empresas pesquisadas

## 6 Conclusões e Sugestões

Serão apresentadas neste capítulo as conclusões sobre a pesquisa realizada de acordo com objetivo apresentado no início deste trabalho. Também serão apresentadas recomendações para trabalhos futuros.

### 6.1 Conclusões sobre a metodologia e a classificação do perfil tecnológico

Para criar a metodologia para identificar o perfil tecnológico dos fornecedores da indústria automobilística, para facilitar uma futura integração para desenvolvimento distribuído de produto utilizando um modelo virtual. Vários pré-requisitos foram definidos no item 1.2 deste trabalho. Todos os itens propostos foram analisados e as seguintes considerações podem ser feitas:

- Neste trabalho de pesquisa foi diagnosticado o atual nível de utilização de recursos informatizados, utilizados pelos fornecedores do setor automotivo, em especial os sistemas CAx. Quais as tendências de investimentos das empresas nesta área, afinal as ferramentas CAD/CAM/CAE são ferramentas importantes para quem pretende ser competitivo no mercado onde produtividade, qualidade e custos são fatores fundamentais. Além de tudo são de fundamental importância no desenvolvimento de produto virtual.
- Também se descreveu quais as principais interfaces utilizadas para troca de dados entre sistemas CAx em utilização. Foi levantada a discussão a respeito da importância da norma STEP na troca de dados. No início deste trabalho, nenhuma empresa possuía o STEP para interface na troca de dados. Depois de um ano, as mesmas empresas atualizaram os seus dados e, como foi observado na Figura 5.14, 5% das empresas já o tinham implementado. Esta é uma tendência que irá melhorar muito a troca de dados geométricos e tecnológicos entre os fornecedores e a indústria automobilística, pois garantirá os dados de projetos corretos e seguros, e conseqüentemente facilitará a implementação do modelo virtual do produto.
- Foram descritos quais os principais meios utilizados para troca de

---

informações entre as empresas, os tipos de informações trocadas e a forma como estão gerenciando as informações sobre o produto. A comunicação entre indústrias automobilísticas e seus fornecedores é um dos fatores mais importantes na integração entre eles.

- Como foi discutido no decorrer deste trabalho, a importância do nível educacional dos funcionários e capacitação destes, para se conquistar o sucesso no uso dos recursos tecnológicos. Pois é necessário que os funcionários estejam envolvidos no processo e capacitados para trabalharem com recursos tecnológicos inovadores. O nível de escolaridade do funcionários dos fornecedores do setor automotivo foi identificado, em conjunto foi verificada a tendência de investimentos, em horas de treinamentos, para a capacitação da mão-de-obra.

Procurou-se discutir com as empresas participantes deste trabalho, a importância do DMU no desenvolvimento de produto como um forte aliado na conquista de vantagens competitivas. Como foi apresentado no desenvolvimento deste trabalho a implantação do DMU só pode ser realizada em um ambiente que disponha de recursos tecnológicos otimizados como: sistemas CAD/CAE, sistemas EDM/PDM, etc.. Contribuindo para a criação de um ambiente de trabalho simultâneo aumentando a qualidade do produto, diminuindo o tempo de desenvolvimento de produto provocando a redução do custo do produto.

A completa integração entre a indústria automobilística e seus fornecedores para desenvolvimento de produto, utilizando o modelo virtual, permitirão que as indústrias automobilísticas caminhem para um ambiente de trabalho geograficamente distribuído, disponibilizando informações imediatamente entre os diversos departamentos e fornecedores, acelerando o processo de tomada de decisões, otimização de seus produtos e processos, assegurando assim a competitividade.

Como analisado no item 5.4, a metodologia proposta por este trabalho conseguiu identificar o perfil tecnológico dos fornecedores do setor automotivo pesquisados, de acordo com os recursos tecnológicos fundamentais para a implementação do DMU. Esta metodologia pode facilitar as empresas quanto a tomada de decisões, quanto à aquisição de recursos tecnológicos e principalmente como se adequar ao uso do DMU em parceria com a indústria automobilística.

Pode-se afirmar que o nível tecnológico das empresas pesquisadas ainda encontra-se em um nível bem distante do Perfil A, ideal para a utilização do modelo virtual, pois a maioria das empresas pesquisadas (56%) está classificada como Perfil C, e apenas 11% das empresas pesquisadas apresentam todos os quesitos considerados importantes para a implementação do DMU.

De um modo geral, os resultados desta pesquisa conseguiu agrupar as empresas dentro dos perfis “A”, “B” e “C” de acordo com o objetivo deste trabalho. E, o perfil tecnológico obtido pelas empresas, apresentado no item 5.4, na análise dos resultados demonstra o panorama real das empresas perante a sua adaptabilidade ao ambiente colaborativo de desenvolvimento de produto utilizando um modelo virtual.

Portanto, a metodologia proposta atendeu ao objetivo deste trabalho que era diferenciar as empresas em diferentes níveis tecnológicos de acordo os quesitos mais importantes na implementação do DMU, visando facilitar a indústria automobilística na tomada de decisão de qual caminho seguir para realizar a implementação.

## **6.2 Recomendações para trabalhos futuros**

Seria interessante desenvolver a seguinte pesquisa, a partir deste trabalho.

- Estudar a aplicação da metodologia proposta neste trabalho em outros setores da indústria, como por exemplo, o setor de plásticos.

## 7 Bibliografia Referenciada

- [1] GIMENEZ, Claudemir, TELLES, Geraldo Nonato. Sistemas CAD/CAM aplicados entre diferentes fornecedores. **Máquinas e Metais**. Editora Aranda. n. 395. São Paulo. p. 83-91. Dezembro. 1998.
- [2] PINHO, Marcelo. Mudança estrutural na indústria automobilística brasileira: a entrada de novos concorrentes. Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 19, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1999. Novembro. CD-Rom.
- [3] SCHNEIDER, M. H.. "A Engenharia Simultânea e sua importância competitiva". **Techoje**. 4 fevereiro 1998. Disponível na Internet: <http://www.techoje.com.br/au9509-1html>. 4 fevereiro 1998.
- [4] GALINA, S.V.R., *et al.*. Ambiente para Auxilio ao trabalho cooperativo na engenharia simultânea. In: "Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP", 18, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF.TEP, 1998. 1. CD-ROM: il gerência de produção, modelos de gestão.
- [5] VILLARINHO, Maria Elessandra. **Um sistema de qualificação de fornecedores através do gerenciamento de processos**. Santa Catarina, 1999. Dissertação: (mestrado em engenharia de produção), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 1999.
- [6] MUNIZ, Jorge Junior, PLONSKI, Guilherme Ari, LOURENÇÃO, Paulo T. M.. A Engenharia Simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo da EMBRAER. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16, 1996. ENEGEP. **Anais...** Piracicaba. Novembro de 1996. CD-Rom.
- [7] WERNECK, Dorothea. Para que as empresas brasileiras sejam mais competitivas. **Techoje**. 05 de novembro de 1998. Disponível na Internet: <http://techoje.com.br/ad9504-2.htm>. 1998.
- [8] RIBEIRO, Marcelo. **Marcelo@mail.sindipeças.org.br**. Fusões entre fornecedores do setor automotivo. 28/06/1999. E-mail para: Nara Lucia de Souza. m9702168@unimep.br.
- [9] PEIXOTO, M. O. C , CARPINETTI, L. C. R. Abordagens de QFD para Engenharia Simultânea: uma revisão analítica. Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP. **Anais...** Rio de Janeiro. Novembro de 1999. CD-Rom.
- [10] SLACK, N, *et al.*; revisão técnica CORRÊA, H. & GIANESI, I. **Administração**



---

**da Produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1997. 725p.

- [11] MIZUTA, C. Y., TOLEDO, J. C. de. Caracterização e tendência do processo de desenvolvimento de produto alimentar: um caso de estudo na indústria de biscoitos. Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 1, 1999. CBGPD. **Anais...** Belo Horizonte. Agosto de 1999. P. 121 - 130
- [12] GROOVER, Milell P; ZIMMERS JR, Emory W. **CAD/CAM: computer aided desing and manufacturing**. Englewood Clifs, Prentice-Hall, 1984. 489 p.
- [13] FRAGOSO, Hélio Richter. O ciclo de desenvolvimento do produto da Volkswagem caminhões e ônibus. In: Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produto, 1, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG. p. 25-28. 1999
- [14] FITZGERALD, A.: "Co-operative engineering – the new framework for collaborative product development". In: Opening productive partnerships in advances in design and manufacturing, **Eds. K.R. von Barisani, P. A. MacConaill and K. Tierney**, 1995.
- [15] SCHÜTZER, Klaus. **Integrierte Konstruktionsumgebung auf der basis von fertigungsfetaures. Darmstadt**, 1995. Tese (doutorado em engenharia mecânica), Darmstadt, Techn. Hochsch (PTW), 1995.
- [16] MARMOLEJO, F., *et al.* Inovações Tecnológicas no setor automobilístico: impactos e tendências. In: "Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP", 18, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF.TEP, 1998. 1. CD-ROM: il gestão da tecnologia, impactos tecnológicos.
- [17] OpenDMU. A white paper: whats is digital mock-up. **OpenDMU** , 10 janeiro 2000. Disponível na Internet: <http://www.opendmu.com/facts/whitpaper.htm>. 10 janeiro 2000. 14:10 h.
- [18] BAAKE (a), U., *et al.*. Desenvolvimento de produtos da nova geração em uma empresa automotiva. In: Simpósio de Engenharia Automotiva – O veículo automotor do século XXI, 9, 1997, **Anais...** São Paulo, Brasil, 1997.
- [19] VITAL, E., *et al.* Introduction of Virtual Product Development in practice. In: Prozessketten die virtuelle produktentwicklung in verteilter umgebung, 1, 1998, Muenchen, **Proceedings...** Muenchen: VDI Verlag GmbH, Germany, 1998.
- [20] OpenDMU. New simulationmethods conquering the market. **OpenDMU** , 19 outubro 1999. Disponível na Internet: <http://www.opendmu.com/facts/simmethods.htm>. 19 outubro 1999. 17:45 h.

- 
- [21] NEVES, M., CAULLIRAUX, H. M., SOUZA, A..Sistemas integrados de produção no Brasil: os esforços na área de recursos humanos. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.15-22, fevereiro.1998.
- [22] LESSA, A.; FREITAS, A.; WALKER, R. A..Soluções CIM aplicadas a engenharia simultânea. Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 19, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1999. Novembro. CD-Rom.
- [23] MOURA, Armando Noé C. Junior. **Novas tecnologias e sistemas de administração da produção**: análise de integração e informatização nas empresas catarinenses. Santa Catarina, 1996. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 1996.
- [24] SCHÜTZER, K., SOUZA, N. L.. A utilização dos sistemas CAD/CAM pelos fornecedores do setor automotivo. In: Seminário Internacional de Alta Tecnologia – Desenvolvimento Distribuído do Produto, 3, 1998, Santa Bárbara d'Oeste. **Anais...** Piracicaba: SCPM, 1998.
- [25] FRANCO, T.: STEP para falar a mesma língua. **Metal mecânica**, São Paulo, p. 16-19, abril/maio. 1997.
- [26] XAVIER, Borris, et al. On the third STEP Processor Benchmark held byProSTEP. *ProSTEP*. Darmstadt, Alemanha, fevereiro,1998.
- [27] STRATIL, P., *et al.* International distributed product development in practice. In: Concurrent engineering Europe conference, **Anais...** Erlangen: Nuremberg, Germany, 1997.
- [28] PEDRA, A.: Há evidências de que os sistemas CAD passarão por uma revolução tecnológica. **Máquinas e Metais**. São Paulo, Ano XXXII, n. 380, p. 123-130, setembro. 1997.
- [29] VALLE, J. A.; Naveiro. R. M.. Ambiente colaborativo para o desenvolvimento e gerenciamento de projetos. . Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 19, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1999. Novembro. CD-Rom.
- [30] HERBERST, J., BUMILLER, J.: Towards engineering process management systems, In: Concurrent engineering euroé conference, **Anais...** Erlangen: Germany, 1997.
- [31] EIKON. "Introdução do PDM (tutorial)". **Eikon**, 4 fevereiro 1998. Disponível na Internet: [http://www.eikon.com.br/TUT\\_PDM.html](http://www.eikon.com.br/TUT_PDM.html). 4 fevereiro 1998

- 
- [32] BAAKE, U., HERBST, J.: Coordination in Cooperative CAE. In: East-West International Conference of Information Technology in Design. **Anais...** Moscow: Russia, 1996.
- [33] BAAKE, U., *et al.* Global engineering and international collaboration in na automotive enterprise. In: The European conference on integration in manufacturing. **Anais...** Germany, 1997.
- [34] MARCONI, LAKATOS. **Técnicas de Pesquisa**. 3.e.d. São Paulo: Atlas, 1996. 231 p.
- [35] OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica**. 1.e.d. São Paulo: Pioneira, 1998. 320p.
- [36] COELHO, Edgar. **Sistema de informações para o auxílio no desenvolvimento de novos produtos**. Florianópolis, 1998. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), UFSC, 1998.
- [37] FRANCISCO, Walter de. **Estatística Básica**. 2.e.d. Piracicaba: Editora Unimep, 1995. 219p.
- [38] SCHÜTZER, K., *et.al.* Diagnóstico para *digital mock-up*. Relatório Final (Relatório Técnico). Mercedes-Benz do Brasil - Unimep, Santa barbára d'Oeste, maio. 1998.

## Bibliografia Consultada

CALLAHAN, Evan. **Microsoft Access/Visula Basic: passo a passo**. 1.e.d. São Paulo: Makron Books, 1997. 396p.

HEATH, O. V. S..**A Estatística na pesquisa científica**. Tradução por: Leonidas Hegenberg e Octanny S. da Mota; revisão técnica José Maria Pacheco de Souza. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1981. 95p.

MEDEIROS, J. B.. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**.1.ed. São Paulo: Atlas, 1991. 144p.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Biblioteca Central Ir. José Otão. **Modelo recomendado pela biblioteca central para referências bibliográficas**. Capturado em 11 nov. 1998. Online. Disponível na internet <http://www.pucrs.br/biblioteca/modelo.htm>

Revista EXAME: maiores e melhores, as 500 maiores empresas do Brasil. Junho 1999, editora Abril, p. 76-103.

TIGRE, P. B., SARTI, F.. Tendência da informação mudanças organizacionais e impactos sobre o trabalho. In: Difusão de Eletronic Data Interchange no complexo automobilístico brasileiro. Rio de Janeiro, SENAI/PN/CIET, 1997. 58p.

VIEIRA, Sonia. **Como escrever uma tese**. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 1998.80p.

## **Anexo I**

Questionário utilizado para levantamento dos dados



# ***Determinação do Perfil Tecnológico de Empresas para Implementação do Modelo Virtual do Produto***

Nome da Empresa:

Endereço:

Cidade:

CEP:

Situação: 29/06/99

Impressão: 13/12/2001



Lab. Sistemas Computacionais  
para Projeto e Manufatura  
UNIMEP

***Levantamento de Dados Estatísticos***

## 1 Caracterize a Empresa em relação ao mercado

Área recomendada: Diretoria Administrativa

### 1.1 Caracterize a composição do capital da empresa.

- nacional  ambos, predominantemente nacional  
 estrangeiro  ambos, predominantemente estrangeiro

### 1.2 Caracterize o principal mercado de atuação da sua empresa

- Fabricante de autopeças   
 Fabricante de peças em geral   
 Informática - produção de computadores e periféricos   
 Máquinas e equipamentos eletro-eletrônicos   
 Fabricante de máquinas   
 Outros: \_\_\_\_\_

### 1.3 Caracterize o seu mercado de atuação

- interno  ambos, predominantemente interno  
 externo  ambos, predominantemente externo

Participação estimada no mercado nacional/interno de atuação \_\_\_\_\_%

### 1.4 Identifique os maiores clientes no mercado de equipamentos original (montadoras instaladas no Brasil). Caracterize o percentual do faturamento e da produção médios da empresa com produtos fornecidos a estes clientes.

Clientes	% do faturamento	% da produção
<input type="checkbox"/> FIAT		
<input type="checkbox"/> Ford		
<input type="checkbox"/> General Motors		
<input type="checkbox"/> Mercedes Benz		
<input type="checkbox"/> Volkswagen		
<input type="checkbox"/> Outros (mencionar): _____		

**1.5 Caracterize a estratégia competitiva adotada, destacando a mais importante para a sua empresa (apenas uma resposta):**

- estratégia p/desenvolvimento de recursos humanos
- estratégia de marketing
- estratégia de P&D
- estratégia de produção
- estratégia de finanças
- estratégia de automação/Modernização

**1.6 De acordo com a estratégia competitiva adotada, identificar fatores considerados importantes critérios competitivos ou ganhadores de pedido (utilizar números de 1 à 5 de acordo com o grau importância: 1 para o mais importante – 5 para o menos importante):**

- qualidade
- ampla gama de produtos e serviços
- flexibilidade na alteração dos projetos de produtos
- rapidez
- flexibilidade no prazo de entrega
- custo
- flexibilidade no projeto de novos produtos inovadores
- produtos e serviços
- flexibilidade na alteração do volume de produção
- confiabilidade
- outros (mencionar): \_\_\_\_\_

**1.7 Identificar os objetivos da estratégia de produção adotada na empresa (utilizar números de 1 à 5 de acordo com o grau importância: 1 para o mais importante – 5 para o menos importante).**


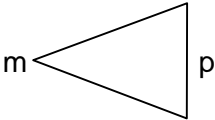

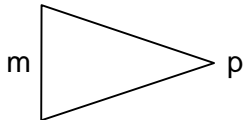
- reduzir estoques
- reduzir custos dos materiais
- reduzir tempo do ciclo de produto
- reduzir níveis hierárquicos
- reduzir número de fornecedores
- reduzir níveis hierárquicos
- implantação ISO 9000/QS 9000
- aumentar a qualidade
- aumentar capacidade de produção
- reduzir custos indiretos
- implantação de programas de parcerias c/fornecedores
- outros (mencionar): \_\_\_\_\_



### 1.8 Caracterização do principal produto da empresa:

Número de níveis da “árvore do produto” \_\_\_\_\_ níveis  
 Número médio de peças/componentes do produto \_\_\_\_\_ pçs/componentes  
 Número médio de operações (usinagem/conformação e montagem) do componente \_\_\_\_\_ operações

### 1.9 Caracterize sua empresa pela relação entre o número de diferentes componentes/materiais comprados e o número de diferentes produtos finais produzidos( classificação dos sistemas produtivos segundo a variedade de materiais (m) e produtos (p), segundo Burbidge em 1990).

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			
<p>PROCESSO: converte uma pequena variedade de materiais numa pequena quantidade de produtos, geralmente, usando uma pequena quantidade de processos numa seqüência comum</p>	<p>IMPLOSIVO: converte uma pequena variedade de materiais numa grande quantidade de diferentes produtos</p>	<p>QUADRADO: converte uma grande variedade de materiais numa grande variedade de produtos</p>	<p>EXPLOSIVO: converte uma grande variedade de materiais numa pequena variedade de produtos.</p>

### 1.10 Caracterize o direcionamento dos principais produtos da empresa aos clientes dentro do seu principal mercado de atuação.

Produto vinculado à especificação do cliente (customizado)   
 Produto standart (padrão)

**1.11 Estime o percentual dos investimentos gerais em relação à receita anual realizados em 1998 aplicados em:**

Distribuição de dividendos: \_\_\_\_\_%

Re-investimentos	Percentual	Tendência dos investimentos até 2001		
		Manter o percentual	Crescente	Decrescente
Imóveis	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fundos de aplicação	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquinas e equipamentos	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recursos humanos	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P&D	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Técnicas CAx (CAD, CAE, CAM, CAPP, etc)	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	_____%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**1.12 Estime o investimento em recursos humanos:**

Horas de treinamento por funcionário em 1998 (em todas as áreas) \_\_\_\_\_ horas

Tendência até 2001

manter a quantidade (horas) atual       aumentar       diminuir

**1.13 Caracterize a estrutura de pessoal da empresa.**

	Nº de funcionários	% 3º grau completo	% 2º grau completo	% 1º grau completo	% 1º grau incompleto
Mão de obra administrativa					
Mão de obra direta de fabricação (chão-de-fábrica)					
Mão de obra indireta de fabricação (técnicos/supervisores/engenheiros, etc)					
Nº Total de Funcionários					

## 2 Caracterização da Empresa em relação ao estágio atual de automatização

Área recomendada: **Gerência Informática**

### 2.1 Caracterize o uso atual da automatização auxiliada por computador na empresa incluindo os serviços terceirizados.

Sistemas	Não Utiliza	Ano da Implementação	Volume de trabalho realizado por automatização auxiliada por computador [%]
CAD	<input type="checkbox"/>		
CAE (FEM, etc.)	<input type="checkbox"/>		
CAM	<input type="checkbox"/>		
CAPP	<input type="checkbox"/>		
CAP (MRP, JIT, OPT)	<input type="checkbox"/>		

Nas questões 2.2 a 2.3 caracterize a transferência de dados entre os sistemas auxiliados por computador na empresa. Utilize a seguinte pontuação:

- 0 = nenhum tipo de transferência é realizado;  
 1 = transferência física de dados (desenhos, fita perfurada, etc.);  
 2 = transferência informatizada por procedimentos em "batch" (os dados são periodicamente transferidos via disquete, fita magnética, etc.);  
 3 = transferência informatizada "on line" (rede local).

### 2.2 Caracterize a situação atual dentro da empresa.

	CAD	CAE/FEM	CAM	CAPP	CAP
CAD	_____	_____	_____	_____	
CAE (FEM)		_____	_____	_____	
CAM			_____	_____	
CAPP				_____	
CAP					_____

**2.3 Caracterize a transferência em utilização entre a empresa e clientes/fornecedores.**

	CAD	CAE/FEM	CAM	CAPP	CAP
CAD	_____	_____	_____	_____	_____
CAE (FEM)		_____	_____	_____	_____
CAM			_____	_____	_____
CAPP				_____	_____
CAP					_____

**2.4 Caracterize o sistema operacional mais utilizado atualmente e a previsão para os próximos anos.**

máquinas	% de máquinas até 2001	1999	%	de
DOS	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
DOS e Windows 3.x	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Windows 95/98	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Windows NT	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
OS/2	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
UNIX	_____	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>
Outros (mencionar): _____				

### 3 Troca de informações com clientes

Área recomendada: **Gerência Informática**

#### 3.1 *Caracterize o processo de troca de informações com clientes.*

centralizada no Setor/Depto. \_\_\_\_\_  descentralizada

Documento oficial de controle de troca de informações:

Sim, formulário em papel   
 Sim, formulário eletrônico   
 Não existe documentação de recebimento

#### 3.2 *Caracterize o tipo de informação trocada com clientes.*

Texto descritivo do produto e esboço   
 Desenho do produto   
 Modelo geométrico sólido ou de superfícies   
 Especificação tecnológica   
 Informações de fabricação (processo, programa NC, etc.)

#### 3.3 *Caracterize o modo de transferência interna e externa de desenhos e textos na empresa.*

MODO DE TRANSFERÊNCIA	TEXTO		DESENHO	
	Interna	Externa	Interna	Externa
Documentos em papel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disquete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fita magnética	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caixa Posta Eletrônica (EDI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Local Area Network (LAN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wide Area Network (WAN)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros (mencionar): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4 Engenharia de Produto - Sistemas CAD/CAE

Área recomendada: **Engenharia de Produto**

### 4.1 Caracterize a área de desenvolvimento e projeto de produto.

	Total de funcionários	Trabalhando com Sistemas CAD/CAE	Trabalhando com prancheta	Número de estações para CAD	Número de estações para CAE
Projetistas					
Desenhistas					
Auxiliares					

### 4.2 Caracterize a forma de controle dos desenhos de novos produtos e modificações.

Controle através do sistema (mencionar qual): \_\_\_\_\_

Status de desenvolvimento

Assinatura eletrônica

Outros (mencionar): \_\_\_\_\_

Controle manual:

Assinatura

Fluxo físico

Outros (mencionar): \_\_\_\_\_

### 4.3 Caracterize a forma de controle das cópias dos desenhos.

Controle através do sistema (mencionar qual): \_\_\_\_\_

Controle manual

Outros (mencionar): \_\_\_\_\_

**4.4 Estime o percentual das atividades de projeto realizadas nos sistemas CAD/CAE em relação ao volume total de trabalho para cada item de projeto abaixo.**

	CAD	CAE
Esboço/Concepção	_____ %	_____ %
Projeto de conjunto	_____ %	_____ %
Detalhamento (desenho)	_____ %	_____ %
Modificações de desenhos	_____ %	_____ %
Geração de lista de peças	_____ %	_____ %
Cálculos (análise cinemática, análise de interferência, FEM, etc.)	_____ %	_____ %
Outras (mencionar): _____	_____ %	_____ %

**4.5 Estime a melhora de rendimento alcançado pela mão de obra da Engenharia de Produto nas atividades seguintes com a introdução de sistemas CAD/CAE.**

Esboço/Concepção	_____ %
Projeto de conjunto	_____ %
Detalhamento (desenho)	_____ %
Modificações de desenhos	_____ %
Geração de lista de peças	_____ %
Cálculos (análise cinemática, análise de interferência, FEM, etc.)	_____ %
Documentação técnica	_____ %
Outras (mencionar): _____	_____ %

**4.6 Identifique os sistemas CAD atualmente utilizados na empresa.**

AutoCAD <input type="checkbox"/>	CADDS 5 <input type="checkbox"/>	CADdy <input type="checkbox"/>
CADKey <input type="checkbox"/>	CATIA <input type="checkbox"/>	Cimatron <input type="checkbox"/>
DUCT <input type="checkbox"/>	EMS/Intergraph <input type="checkbox"/>	Euclid3 <input type="checkbox"/>
Euklid <input type="checkbox"/>	I-Deas Master <input type="checkbox"/>	MicroStation <input type="checkbox"/>
Moldflow <input type="checkbox"/>	Prelude <input type="checkbox"/>	Personal Designer <input type="checkbox"/>
Pro/Engineer (PTC) <input type="checkbox"/>	Pro Engineer Junior <input type="checkbox"/>	SolidEdge <input type="checkbox"/>
Strim <input type="checkbox"/>	Unigraphics <input type="checkbox"/>	Professional CADAM <input type="checkbox"/>
PowerShape <input type="checkbox"/>	SolidWorks <input type="checkbox"/>	Mechanical Desktop <input type="checkbox"/>
Outros (especificar): _____ <input type="checkbox"/>		

**4.7 Estime o volume de desenhos atualmente ativos na empresa.**

Número total de desenhos ativos na empresa	_____
Percentual dos desenhos ativos <u>em papel</u>	_____ %
Percentual dos desenhos ativos <u>rasterizados</u>	_____ %
Percentual dos desenhos ativos em sistemas CAD	_____ %
Total	100%

**4.8 Indique o modelo geométrico que é utilizado além do desenho (2D) nos sistemas CAD/CAE da empresa (Total = 100%).**

	Atualmente	Planejado até 2001
Wireframe (modelo aramado - 3D)	_____%	_____%
Modelo de superfícies (3D)	_____%	_____%
Modelo sólido (3D)	_____%	_____%
Modelo sólido paramétrico (3D)	_____%	_____%
Nenhum deles	_____%	_____%
Total	100%	100%

**4.9 Responder (caso sua empresa não utilize os sistemas CAD 3D no desenvolvimento e projeto do produto).**

Não utiliza, mas planeja utilizá-lo nos próximos dois anos

Não utiliza, e não planeja utilizá-lo nos próximos dois anos (responda a seguir)

Identifique os principais motivos pelos quais a empresa não planeja introduzir sistemas CAD 3D nos próximos dois anos.

Sistema CAD 2D é o suficiente para as necessidades da empresa

Sistema CAD 3D é muito caro

Sistema CAD 3D é muito complexo para aprendizado e utilização

Sistema 3D é incompatível com a atual metodologia de projeto da empresa

Dados e informações 3D não são necessários nas atividades posteriores

Dados e informações 3D não são necessários para os fornecedores e clientes

Outras razões (mencionar): \_\_\_\_\_

**4.10 Caracterize o nível de adaptação necessário para os seguintes sistemas atualmente em uso na empresa (customizing).**

	Muitas adaptações	Algumas adaptações	Nenhuma adaptação
CAD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**4.11 Caracterize a conversão dos desenhos em arquivos CAD do cliente para o formato usado na empresa.**

Identificar o responsável pela conversão dos desenhos:

- setor de informática                       engenharia                       serviço de terceiros  
 outros (mencionar): \_\_\_\_\_

Resultado da Conversão:

- ótimo                       bom                       regular                       ruim

Identificar o responsável por re-trabalhar os desenhos CAD com erros na conversão:

- cliente                       a própria empresa                       serviços de terceiros  
 outros (mencionar): \_\_\_\_\_

**4.12 Identifique as interfaces de troca de dados disponíveis e em uso efetivo nos seus sistemas CAD/CAE.**

	Disponível	Em uso		Disponível	Em uso
IGES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VDA-IS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VDA-FS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SET	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
STEP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DXF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tradutor direto CAD/CAD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Outras (mencionar): _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4.13 Caracterize a utilização das Normas ISO 10303 (STEP) para troca de dados com clientes e fornecedores.**

- Sim, utilizamos as normas STEP   
 Sim, planejamos introduzir as normas STEP nos próximos dois anos   
 Não se planeja o uso das Normas STEP nos próximos dois anos   
 As normas STEP são desconhecidas

**4.14 Caracterize as perspectivas de uso de sistemas CAD/CAE na empresa nos próximos dois anos.**

	Diminuir (%)	Aumentar (%)	Inalterado
„Software“ para CAD/CAE	_____	_____	<input type="checkbox"/>
„Hardware“	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Suporte e assistência técnica	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Desenvolvimento de aplicativos	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Consultoria e integração de sistemas	_____	_____	<input type="checkbox"/>

**4.15 Identifique os módulos de sistemas CAE já utilizados ou em utilização na empresa.**

	Já utilizadas	Em utilização
Análise cinemática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise estática de tensões, cálculo estrutural (métodos dos elementos finitos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise dinâmica (métodos dos elementos finitos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de volumes de interferência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise ergonômica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulação de estampagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cálculo de desdobramento de chapas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de preenchimento de moldes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cálculo aerodinâmico de carrocerias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de cadeias de tolerâncias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de colisão (crash)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMEA aplicado ao projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulação de usinagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5 Sistemas da Qualidade

Área recomendada: **Garantia da Qualidade**

### 5.1 A empresa possui algum Sistema de Gerenciamento da Qualidade?

- Sim
  Não
  Implantação nos próximos 2 anos

Especifique o sistema:

---

### 5.2 A empresa possui certificação do Sistema da Qualidade por algum órgão nacional ou internacional?

- Sim
  Não
  Certificação nos próximos 2 anos

Especifique o órgão certificador:

---

### 5.3 Indique entre as opções abaixo as técnicas utilizadas para a qualidade nos seguintes casos:

Técnicas	Já utilizadas	Em utilização
CEP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CCQ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMEA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
QFD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de Valor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taguchi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 5.4 Caracterize as principais bases para cálculo dos custos na empresa (1 = mais utilizado, 4 = menos utilizado, X = não utilizado).

- Custos da qualidade não são avaliados na empresa
- Principais custos ponderados são de refugos \_\_\_\_\_
- Principais custos ponderados são de retrabalho \_\_\_\_\_
- Principais custos ponderados são de prevenção \_\_\_\_\_
- Principais custos ponderados são de detecção \_\_\_\_\_
- Principais custos ponderados são de avaliação \_\_\_\_\_

## 6 Gerenciamento da produção (Sistemas PCP) e gerenciamento de dados do produto (Sistemas EDM/PDM).

Área recomendada: **Planejamento e Controle da Produção, Engenharia de Processo.**

### 6.1 *Caracterize o uso de sistemas de gerenciamento de dados da produção (PCP) na empresa.*

- Sim, tem-se atualmente um sistema PCP em uso na produção
- Sim, tem-se atualmente um sistema PCP em fase piloto
- Não, porém planeja-se introduzir um sistema PCP nos próximos dois anos
- Não, e não planeja-se introduzir um sistema PCP nos próximos dois anos

**Caso sua resposta à questão 6.1 foi positiva responda as questões seguintes.  
Caso sua resposta tenha sido negativa vá diretamente a questão 0**

### 6.2 *Indique o sistema de PCP utilizado.*

- Just in time / Kanban  MRP / MRPII
- OPT / Teoria das restrições  ERP
- SAP

### 6.3 *Estime o número de usuários individuais deste sistema.*

\_\_\_\_\_ usuários individuais.

### 6.4 *Caracterize o uso de sistemas de gerenciamento de dados do produto (PDM/EDM) na empresa.*

- Sim, tem-se atualmente um sistema EDM/PDM em uso na produção
- Sim, tem-se atualmente um sistema EDM/PDM em fase piloto
- Não, porém planeja-se introduzir um sistema EDM/PDM nos próximos dois anos
- Não, e não planeja-se introduzir um sistema EDM/PDM nos próximos dois anos

**Caso sua resposta à questão 6.4 foi positiva responda as questões seguintes.**

### 6.5 *Caracterize o nível de adaptação necessário para o sistema EDM/PDM atualmente em uso na empresa (customizing).*

- muitas adaptações  algumas adaptações  nenhuma adaptação

**6.6 Estime o número de usuários individuais deste sistema.**

\_\_\_\_\_ usuários individuais.

**6.7 Identifique os departamentos da empresa que utilizam regularmente o sistema EDM/PDM.**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| Desenvolvimento e projeto               | <input type="checkbox"/> |
| Fabricação                              | <input type="checkbox"/> |
| Compras                                 | <input type="checkbox"/> |
| Controladoria/Contabilidade             | <input type="checkbox"/> |
| Marketing                               | <input type="checkbox"/> |
| Vendas/Distribuição                     | <input type="checkbox"/> |
| Outros departamentos (mencionar): _____ |                          |

**6.8 Caracterize os resultados do uso do sistema EDM/PDM na empresa.**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| Menor ciclo de desenvolvimento dentro da empresa                        | <input type="checkbox"/> |
| Menor tempo até a inserção de um produto no mercado                     | <input type="checkbox"/> |
| Redução do custo de projeto   | <input type="checkbox"/> |
| Redução do custo de produção  | <input type="checkbox"/> |
| Redução da manutenção do produto ou custo de manutenção                 | <input type="checkbox"/> |
| Auxílio na organização e documentação dos procedimentos administrativos | <input type="checkbox"/> |
| Ainda é muito cedo para informar sobre os resultados deste sistema      | <input type="checkbox"/> |