

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO NO  
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS  
DE UMA EMPRESA DE TECNOLOGIA:  
UM ESTUDO DE CASO**

**TATIANA FACHINELLO**

Porto Alegre, 2006

**TATIANA FACHINELLO**

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO  
PRODUTO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE UMA  
EMPRESA DE TECNOLOGIA: UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Orientador: Profa. Dra. Carla Schwengber ten Caten

Porto Alegre, Agosto de 2006.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

---

**Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dr.**

PPGEP / UFRGS

Orientadora

---

**Prof. Luis Antonio Lindau, Ph.D.**

Coordenador PPGEP / UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Márcia Elisa Echeveste, Dr.**

Prof. Depto. Engenharia de Produção / UFRGS

**Ângela Danilevicz, Dr.**

Prof. Depto. Engenharia de Produção / PUCRS

**Maria do Carmo Vieira, Dr.**

Prof. Design do Produto / FAI

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de registrar meu agradecimento a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço em especial aos Professores Carla ten Caten e Gilberto Dias da Cunha, que me orientaram na realização deste trabalho, pelo conhecimento, dedicação e entusiasmo transmitidos ao longo de todo o curso de Pós-Graduação.

Agradeço aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção pela constante contribuição à minha formação profissional, bem como pelo esclarecimento de dúvidas e direcionamento do caminho a ser seguido..

Agradeço de forma especial as colegas Fabiane Brand e Melissa Petry Gerhardt, pela atenção, carinho e ajuda dispensada.

Agradeço a CAPES que financiou este estudo e possibilitou o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço ao Tiago pelo apoio e compreensão durante a realização deste trabalho, sendo uma fonte constante de carinho e motivação.

Finalmente, agradeço aos meus pais e irmãos por acreditarem e incentivarem minhas escolhas em todos os momentos, tornando possível a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	8
<b>SIGLAS</b>	10
<b>RESUMO</b>	12
<b>ABSTRACT</b>	13
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
1.1 Contextualização	14
1.2 Questões de Pesquisa	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos	18
1.4 Justificativa	18
1.5 Pressupostos e Delimitações	20
1.6 Método da Pesquisa	20
1.6.1 Escolhas Metodológicas para a Pesquisa	21
1.6.2 Etapas Gerais da Pesquisa	22
1.7 Estrutura	24
<b>2. CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS</b>	26
2.1 Engenharia Sequencial <i>versus</i> Engenharia Simultânea	26
2.2 Ciclo de Vida do Produto	32
2.3 Modelos para o Desenvolvimento de Produtos e Gestão do Ciclo de Vida	35
2.4 Ambientes Integrados de Desenvolvimento de Produto	41
2.4.1 Importância da Integração e Níveis de Integração	41
2.4.2 Conceitos de Integração	42
2.4.2.1 Arquitetura Cliente/Servidor	43
2.4.2.2 Bases de Dados	44
2.4.2.3 <i>Middleware</i>	45
2.4.2.4 <i>API (Application Program Interface)</i>	46
2.5 Gestão da Informação no PDP	46
2.5.1 O Conceito da Informação de Engenharia	47

2.5.1.1	Características das Informações de Engenharia	47
2.5.1.2	Classificação das Informações de Engenharia	48
2.5.1.3	Troca, Distribuição e Compartilhamento das Informações	50
2.5.2	Sistemas de Informação no PDP	54
2.5.2.1	Sistemas PDM ( <i>Product Data Management</i> )	54
2.5.2.2	Sistemas EDM ( <i>Electronic Document Management</i> )	55
2.5.2.3	As Informações de Projeto e Sistemas de Gestão	56
2.5.2.4	Sistemas CAD/CAE/CAM/CAPP	59
2.5.3	Situação dos Ambientes Integrados de Desenvolvimento de Produto	62
<b>3.</b>	<b>SISTEMAS DE GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO</b>	<b>64</b>
3.1	Conceitualização dos Sistemas PLM	64
3.2	A Evolução dos Sistemas PLM	68
3.3	Funcionalidades e Tecnologias dos Sistemas PLM	70
3.3.1	O ambiente para suportar a implantação dos Sistemas PLM	72
3.3.2	Principais Funções dos Sistemas PLM	75
3.3.2.1	Gerenciamento da Documentação	75
3.3.2.2	Gerenciamento do Processo e Fluxo de Trabalho	77
3.3.2.3	Gerenciamento da Estrutura do Produto	78
3.3.2.4	Gerenciamento da Classificação	80
3.3.2.5	Gerenciamento de Projetos	81
3.3.3	Tecnologias Fundamentais dos Sistemas PLM	81
3.3.3.1	Conversão e Troca de Dados	81
3.3.3.2	Transporte de Dados	82
3.3.3.3	Administração do Sistema	82
3.3.3.4	Comunicação e Notificação	83
3.3.3.5	Visualização	84
3.3.3.6	Colaboração	85
3.4	Vantagens da Implantação, Integração dos Sistemas e Tendências do PLM	86
<b>4.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS</b>	<b>90</b>
4.1	Características gerais da empresa	90
4.2	Caracterização do ambiente em relação ao PDP	95
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PLM NO PDP DE UMA EMPRESA</b>	<b>99</b>
5.1	Caracterização da Implantação do Sistema PLM	99
5.1.1	Coleta dos Dados e Planejamento das Entrevistas	100
5.1.2	Decisão da Implantação e Escolha do Sistema	101
5.1.3	Estratégia de Implantação e Metas	103
5.1.4	Tecnologias e Funcionalidades dos Sistemas PLM	109
5.1.4.1	Funcionalidade de Gerenciamento da Documentação ou “Cofre” de dados	110
5.1.4.2	Funcionalidade de Gerenciamento do Processo e Fluxo do Trabalho	110
5.1.4.3	Funcionalidade de Gerenciamento da Estrutura do Produto	111

5.1.4.4	Funcionalidade de Classificação e Recuperação	111
5.1.4.5	Funcionalidade de Gerenciamento do Programa	111
5.1.4.6	Tecnologia para Implantação do Sistema PLM: Arquitetura e requisitos de TI	112
5.1.4.7	Tecnologia de Conversão, Transporte de Dados e Administração dos Sistemas	113
5.1.4.8	Tecnologia de Comunicação e Notificação	113
5.1.4.9	Tecnologia de Serviço de Visualização e Comentários ( <i>markup</i> )	113
5.1.4.10	Tecnologia de Colaboração	114
5.1.5	Sistema PLM Implantado na Empresa	114
5.2	Comparativo entre as Funcionalidades e Tecnologias encontradas na Bibliografia e a Implantação Real	115
5.3	Funcionalidades e Tecnologias do Sistema PLM que Suprem os Requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto	117
5.4	Dificuldades Encontradas e Benefícios	120
5.4.1	Dificuldades	120
5.4.2	Benefícios	121
5.5	Lições Aprendidas	122
5.5.1	Situação Atual e Próximos Passos	123
	<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</b>	124
6.1	Conclusões	124
6.2	Recomendações para Pesquisas Futuras	127
	<b>REFERÊNCIAS</b>	129
	<b>APÊNDICE A</b>	139
	<b>APÊNDICE B</b>	139
	<b>APÊNDICE C</b>	148

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Escolhas para a metodologia da pesquisa	22
Figura 2	Etapas gerais da pesquisa	22
Figura 3	Exemplo de desenvolvimento de produtos seqüencial	26
Figura 4	Fragmentação dos dados de produto no desenvolvimento seqüencial	27
Figura 5	Integração dos dados do produto para apoiar a Engenharia Simultânea	29
Figura 6	O Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP)	30
Figura 7	Enfoque tradicional versus moderno	32
Figura 8	Ciclo de Vida do Produto	33
Figura 9	Modelo de Clark e Fujimoto para o PDP	37
Figura 10	Modelo de Prasad para o PDP e o ciclo de vida de produto	38
Figura 11	Modelo proposto por Rozenfeld para o PDP e o ciclo de vida de produto	38
Figura 12	Modelo proposto por Cunha para estruturação da gestão do ciclo de vida de produto	39
Figura 13	Exemplo de informações providas das atividades de monitoramento	41
Figura 14	A evolução dos níveis de integração	42
Figura 15	Tipos de arquitetura cliente/servidor	44
Figura 16	Comparação entre dados simples e documentos	49
Figura 17	Classificação das informações de Engenharia	50
Figura 18	Princípio de troca de dados STEP	52
Figura 19	Áreas de aplicação de CAD	60



Figura 20	Funcionalidades e Tecnologias que suportam o PLM	66
Figura 21	Gestão do Ciclo de Vida do Produto (PLM)	67
Figura 22	Modelo de um sistema PLM	71
Figura 23	Gerenciamento de arquivos contemplado nas soluções de PLM	72
Figura 24	Administração e controle dos dados do produto	77
Figura 25	Pessoas/áreas afetadas pelo gerenciamento do processo	77
Figura 26	Exemplo de um documento para processo de liberação e aprovação	78
Figura 27	Modos de visualização da Estrutura do Produto	79
Figura 28	Exemplo de Classificação Hierárquica de Partes padrão	80
Figura 29	Crescimento de investimentos em sistemas PLM	87
Figura 30	As sete fases do PDP da empresa	92
Figura 31	<i>Check list</i> para passagem de fases	92
Figura 32	Estratégia do PDP	94
Figura 33	Estrutura dos times no PDP	95
Figura 34	Funcionalidades e Requisitos iniciais do sistema PLM para implantação na empresa	106
Figura 35	Superposição dos principais aplicativos da empresa	109
Figura 36	Estrutura de TI para suportar a implantação do PLM	113
Figura 37	Funcionalidades do Sistema PLM em implantação na empresa	115
Figura 38	Comparativo entre bibliografia e implantação real das funcionalidades e tecnologias do sistema PLM	116
Figura 39	Funcionalidades e Tecnologias do sistema PLM que suprem os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto	120

## SIGLAS

<b>AMR</b>	<i>Advanced Manufacturing Research</i>
<b>API</b>	<i>Applicattion Program Interface</i>
<b>BOM</b>	<i>Bill of Materials</i>
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>CAE</b>	<i>Computer Aided Engineering</i>
<b>CAM</b>	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
<b>CAPP</b>	<i>Computer Aided Process Planning</i>
<b>CN</b>	<b>Comando Numérico</b>
<b>CNC</b>	<b>Comando Numérico Computadorizado</b>
<b>CORBA</b>	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
<b>CRM</b>	<i>Customer Relationship Management</i>
<b>DBMS</b>	<i>Data Base Management Systems</i>
<b>DFx</b>	<i>Design for Excellence</i>
<b>DP</b>	<b>Desenvolvimento de Produtos</b>
<b>DXF</b>	<b>Data eXchange File</b>
<b>ECM</b>	<i>Engineering Change Management</i>
<b>ECO</b>	<i>Engineering Change Order</i>
<b>EDM</b>	<i>Eletronic Document Management</i>
<b>ERP</b>	<i>Enterprise Resource Planning</i>
<b>FTP</b>	<i>File Transfer Protocol</i>

<b>GUI</b>	<i>Graphical User Interface</i>
<b>HPGL</b>	<i>Hewlett-Packard Graphics Language</i>
<b>IGES</b>	<i>Initial Graphics Exchange Specification</i>
<b>ISO</b>	<i>Internacional Standardization for Organization</i>
<b>MRP</b>	<i>Materials Requirement Planning</i>
<b>MRP II</b>	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
<b>ODBC</b>	<i>Open Database Connectivity</i>
<b>OLE</b>	<i>Object Linking Embedding</i>
<b>ORDBMS</b>	<i>Object/Relational Database Management Systems</i>
<b>PDM</b>	<i>Product Data Management</i>
<b>PLM</b>	<i>Product Lifecycle Management</i>
<b>SQL</b>	<i>Structured Query Language</i>
<b>SET</b>	<i>Standard d'Exchange et de Transfert</i>
<b>STEP</b>	<i>Standard for the Exchange of Product Model Data</i>
<b>VDA-FS</b>	<i>Verband der Deutschen Automobilindustrie – FlachenSchnittstelle</i>
<b>WBS</b>	<i>Work Breadkdown Structure</i>
<b>XML</b>	<i>Extensible Markup Language</i>

## RESUMO

Os sistemas de Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management* – PLM), apesar de serem de suma importância no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) para que as empresas enfrentem as novas condições de sobrevivência no mercado atual, ainda não são plenamente conhecidos. Além disso, existem poucos trabalhos científicos relacionados à implantação deste tipo de sistemas durante o Processo de Desenvolvimento de um novo produto na empresa. Neste trabalho, realizou-se a análise da implantação de um sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia através de: (i) levantamento do estado da arte sobre sistemas PLM, segundo a literatura, incluindo a apresentação dos modelos de referência e a integração das informações neste tipo de sistemas; (ii) comparativo entre as funções e tecnologias de sistemas de gestão do ciclo de vida do produto encontrados na bibliografia com os de um caso de implantação real e (iii) levantamento de quais funcionalidades e tecnologias presentes na implantação real de um sistema PLM (*Product Lifecycle Management*) suprem os requisitos de gestão do ciclo de vida do produto na empresa, para caracterizar um projeto de implantação real de um sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia.

Palavras-chave: sistemas de Gestão do Ciclo de Vida do Produto; PLM; Desenvolvimento de Produtos.

## **ABSTRACT**

The Product Lifecycle Management (PLM) Systems, although being a imperative request to allow companies to develop new products, facing the new survival conditions in the current market, are not very well-known. Besides that, there are few scientific works related to the implementation of this kind of system and its usage in a Product Development environment. The objectives of this work are: (i) to rise, according with the bibliography, the state of the art of PLM systems, (ii) to rise, according to the bibliography, the functionalities and technologies requirements of a PLM system in a Product Development Process (PDP) environment and to compare those requirements with a real implementation case and (iii) to rise which functionalities and technologies of PLM (Product Lifecycle Management) systems supply the founded needs to characterize a project of a real PLM system implementation in a Product Development Process environment.

**Keywords:** Product Lifecycle Management Systems, PLM, Product Development Process.

# **1. INTRODUÇÃO**

A seguir, será descrito o enquadramento do trabalho, seu contexto e relevância e as justificativas que motivaram sua realização. Logo após, são descritas as questões de pesquisa, objetivos, pressupostos e delimitações, seguidas do método aplicado e a estrutura da pesquisa.

## **1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO**

O atual cenário de competição no mundo industrial, que apresenta um de seus focos no campo do Desenvolvimento de Produtos (DP), considera principalmente três fatos: a intensificação da competição em escala internacional, proveniente da globalização; o aparecimento de consumidores cada vez mais sofisticados, provenientes da fragmentação e segmentação dos mercados, e mudanças constantes na tecnologia (CLARK; FUJIMOTO, 1991). Griffin e Page (1993) acrescentam como fator competitivo, os ciclos de vida de produtos cada vez menores. Estes quatro fatores combinaram-se levando o desenvolvimento de produtos a ser considerado fator determinante para a competição entre empresas.

Assim, diversas empresas vêm buscando a melhoria de seus procedimentos de desenvolvimento de produtos, com o objetivo de lançar produtos com maior rapidez, garantindo qualidade e menores custos. O aprofundamento das discussões sobre este tema conduz ao entendimento de que o desenvolvimento de produtos deve ser considerado um processo de negócio no âmbito da empresa, focando na geração periódica de novos produtos a serem introduzidos no mercado, com base na gestão permanente da inovação em produto.

Este conceito conduziu à consideração da necessidade de estruturação de um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) nas empresas.

Porém, ainda hoje, pode-se perceber uma vasta gama de problemas relacionados à falta de formalização e estruturação dos procedimentos de desenvolvimento de produtos e seus processos de produção nas empresas (CUNHA *et al.*, 2003). Isto elucida e explica porque a estruturação dos Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) torna-se um tema complexo e diversificado, dada a existência de um espectro muito amplo de tipos de produtos, processos produtivos e estruturas organizacionais das diversas formas de corporações. Sendo assim, as empresas instituem seu PDP de uma forma muito particular (de acordo com o negócio da empresa, nicho de mercado, dimensão do produto, valor agregado, tecnologia aplicada, entre muitos outros fatores). Porém, segundo Kaminski (2000) independentemente das características individuais de cada produto, as várias etapas necessárias ao seu desenvolvimento constituem-se em um método geral comum.

O PDP pode ser entendido como sendo um sistema de informações que manipula uma grande variedade e quantidade de informações, tais como a análise do fluxo da criação, comunicação e utilização das informações desenvolvidas, englobando atividades relacionadas à produção, *marketing* e ao próprio comportamento do consumidor (CLARK e FUJIMOTO, 1991; PATTERSON, 1993, FLORENZANO, 1999). Esta característica constitui um aspecto crítico para o gerenciamento deste processo (PRASAD, 1996b; SVENSSON *et al.*, 1999), fazendo que as práticas de sistemas de gerenciamento de informações tornem-se relevantes para garantir que estas estejam disponíveis para toda a organização no formato, local e tempo adequado.

Tendo em vista esta necessidade de gerenciamento do fluxo de informações e da integração das ferramentas utilizadas nas atividades relacionadas ao desenvolvimento de produtos, surge uma nova abordagem inerente à organização da gestão de produtos, conhecida como Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management - PLM*), uma abordagem presumivelmente eficaz para a efetiva gestão do produto ao longo do seu ciclo de vida.

O conceito do PLM surgiu justamente da necessidade percebida, por parte das empresas, de considerar a atividade de desenvolvimento de produtos não mais como algo que ocorre isolada e ocasionalmente, mas sim como um *processo*, a ser permanentemente

gerenciado. Este processo cobre, inclusive, aspectos relacionados ao pós-vendas, tais como assistência técnica, alterações de projeto, descarte do produto e a própria descontinuidade do projeto, conforme Cunha (2003).

É importante perceber o fato de que poucas companhias, na economia moderna, criam produtos usando apenas seus próprios recursos. O enquadramento do conceito de trabalho colaborativo ao cenário da operação em cadeias de empresas tem conduzido muitas organizações à obtenção de sucesso nas atividades relacionadas ao desenvolvimento de um produto, através da organização de redes colaborativas (*Collaborative Networks*). A base de estruturação dessas redes tem sido a capacidade de uma adequada realização do Gerenciamento de Alianças (parcerias) e do Gerenciamento do Portfólio de forma distribuída, mais do que o desenho da cadeia propriamente dita.

Fornecedores e parceiros de negócio que não conseguem responder aos novos requisitos tendem a ficar de fora dos novos empreendimentos (ROZENFELD *et al.*, 1998; LITTER *et al.*, 1995; AMARAL, 1997). Assim, o PLM, conceito nascido neste contexto, deve pautar-se também pelo trabalho colaborativo interempresarial, expandindo, portanto, a natureza do trabalho colaborativo inspirado pela Engenharia Simultânea e pelo Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP).

Com o crescimento de mercado na área de Tecnologia da Informação (*Information Technology*- IT), muitas indústrias estão procurando soluções de informática que apóiem a introdução do conceito de PLM, levando muitas *softwarehouses* a desenvolverem sistemas nesta área. No entanto, cada fabricante tem vindo a propor soluções de baixo grau de integratividade (chamadas soluções fechadas) de sistemas PLM, o que impede as empresas de conectarem suas ferramentas e ambientes correntemente em uso. Adicionalmente, a empresa que adquirir uma solução de PLM de um fornecedor específico fica obrigada a conviver com a prestação dos serviços de implementação da modelagem e manutenção do sistema, o que pode ser uma opção economicamente inviável (KUSTER, 2001).

Constata-se ainda, uma certa carência de estudos com base no conceito de Gestão do Ciclo de Vida do Produto (PLM), sobre como deve ocorrer a implantação destes sistemas nas atividades de desenvolvimento de produto, para suportar uma arquitetura adequada de *software* que possibilite a integração de sistemas. Para suprir esta lacuna, será realizado um



estudo cujo tema será a Implantação de um Sistema de Gestão do Ciclo de Vida do Produto - PLM em uma empresa de alta tecnologia.

## 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

As principais questões de interesse desta pesquisa podem ser escritas da seguinte forma:

- Quais os requisitos dos sistemas PLM no PDP de uma empresa, segundo a bibliografia?
- Quais as características do processo de implantação de um sistema PLM?
- Quais as funcionalidades e tecnologias dos sistemas PLM atuais atendem os requisitos levantados pela bibliografia?
- Quais as principais dificuldades e benefícios encontrados na implantação de um sistema PLM?

Para responder a estas questões, foi definido um objetivo de pesquisa, desdobrado de maneira a estabelecer os passos da investigação capaz de responder às questões de pesquisa. Os objetivos da pesquisa serão descritos na próxima seção.

## 1.3 OBJETIVOS

De forma a responder às questões de pesquisa apresentadas acima, foram estabelecidos os objetivos geral e específicos descritos a seguir.

### 1.3.1 *Objetivo Geral*

O objetivo geral da dissertação é analisar a implantação de um sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia.

### 1.3.2 *Objetivos Específicos*

Os objetivos específicos desta dissertação são:

1. Levantar, segundo a bibliografia, os requisitos de sistemas PLM no PDP no que se refere às suas principais funcionalidades e tecnologias;
2. Caracterizar o ambiente de negócio da empresa e o modelo de PDP utilizado pela empresa em questão;
3. Caracterizar a implantação real de um sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia;
4. Comparar as funcionalidades e tecnologias de sistemas PLM encontrados na bibliografia com os da implantação real;
5. Levantar quais funcionalidades e tecnologias de sistemas PLM presentes na implantação real suprem os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto da empresa;
6. Descrever as dificuldades encontradas, benefícios obtidos, lições aprendidas e próximos passos da implantação do PLM na empresa em questão.

## 1.4 **JUSTIFICATIVA**

O PDP surgiu trazendo grandes vantagens competitivas e possibilitando a redução dos ciclos de desenvolvimento de novos produtos no mercado. No entanto, continua em constante evolução, sendo o foco de muitos estudos, visto sua importância como fator crítico para o sucesso dos produtos no mercado (CLARK; FUJIMOTO, 1991); (GRIFFIN; PAGE, 1993); (ECHEVESTE, 2003); (CUNHA *et al.*, 2003).

Na prática, ainda podem ser percebidas algumas questões que agem como grandes entraves à realização do processo e que serviram como principal motivação na realização deste trabalho:

- muitas empresas não tratam o desenvolvimento de produto como um processo, mas sim como uma atividade que acontece pontualmente na empresa;

- inexistência de uma real integração tanto no que se refere às técnicas de DP utilizadas nas empresas, como entre os sistemas computacionais atualmente existentes no mercado supostamente capazes de dar suporte a, pelo menos, parte dessas técnicas;
- relativa carência de estudos a respeito da utilização da Tecnologia da Informação (TI) como elemento de suporte ao PDP – em particular, no que diz respeito à utilização de sistemas computacionais de apoio à implantação do PLM;
- relativa carência de estudos a respeito da implantação do PLM nas empresas, tanto no âmbito acadêmico, através da busca na literatura, quanto no âmbito profissional, através da análise de uma implantação real.

Kuster (2001) comenta que uma política de inovação tecnológica deve partir da base da empresa, procurando estudar processos e demonstrar o fluxo das atividades da empresa, suas interligações, além de indicar a estratégia para implantação de um sistema de informações.

Segundo o autor, verifica-se que nunca as empresas investiram tanto na obtenção ou no processamento de informações. Poucas, contudo, mesmo dispondo de banco de dados presumivelmente eficazes, lograram computar o custo diário, mensal e anual do tempo perdido em seu rastreamento. E muito menos o montante dos negócios não realizados e projetos que foram atrasados, pela dificuldade de acesso a informações específicas em tempo hábil.

Em síntese, nessa era de explosão documental, movida pela “ansiedade da informação”, muito dinheiro se perde, seja pela ausência de um processo efetivo de armazenamento de dados, equacionamento da informação e aproveitamento da mesma, ou pela falta de utilização de seu conteúdo entre clientes internos e externos a quem deveriam servir. Portanto, surge a necessidade de repensar o modelo de gerenciamento da documentação, da informação e do conhecimento.

Kuster (2001) afirma que, uma das condições da eficiência desta política, está em que um sistema de informações seja focado no negócio da empresa, atuando como suporte efetivo, tanto no campo estratégico, como no decisório da empresa. Constata-se, no entanto, que as pequenas empresas que atuam nas diversas áreas da economia estão preocupadas em crescer e disputar posições de mercado, o que acarreta sérias dificuldades de implantação e adaptação de eventuais sistemas, pois a impossibilidade ou escassez de investimentos nestas áreas leva

as empresas a utilizar-se de alternativas como “pacotes”. Esses pacotes são sistemas computacionais que possuem soluções com baixo grau de integratividade, chamadas soluções fechadas, que se encontram disponíveis no mercado para realização de trabalhos isolados, sem a devida conexão com o restante da empresa.

## **1.5 PRESSUPOSTOS E DELIMITAÇÕES**

No estudo em questão, será considerado que a empresa estudada já possua um PDP previamente estruturado, com um modelo de fases de desenvolvimento previamente definido. Não é objetivo deste trabalho realizar a intervenção no modelo de organização do PDP eventualmente existente na empresa, mas sim, a partir de um modelo previamente existente, analisar como ocorre a implantação de um sistema PLM, fazendo uma análise entre o que se encontra na literatura e o que ocorre na prática, em termos de geração da integração destas atividades.

O foco deste trabalho está voltado à análise da implantação de um sistema PLM no PDP aplicável a uma empresa de tecnologia. Não será considerado neste trabalho quais os custos relacionados à implantação de um sistema PLM e a metodologia a ser elaborada será validada apenas parcialmente, a partir do estudo de caso e discussão teórica.

## **1.6 MÉTODO DA PESQUISA**

Este tópico trata da sustentação metodológica da proposta do trabalho de pesquisa. Em 1.6.1, descrevem-se as escolhas realizadas quanto à metodologia empregada na construção desta proposta. Estas escolhas orientam-se pelo que foi exposto no capítulo introdutório desta dissertação, em relação às questões e aos objetivos que motivaram a sua realização, a par de suas justificativas e delimitações. Em sintonia com as escolhas metodológicas realizadas, a seção 1.6.2 finaliza este tópico descrevendo as etapas de realização do trabalho de pesquisa.

### 1.6.1 *Escolhas Metodológicas para a Pesquisa*

Este trabalho pretende realizar a análise da implantação de um sistema PLM no PDP, com possibilidades viáveis de emprego em empresas que apresentem problemas práticos específicos nesta área, podendo, então, ser classificada quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada.

No que se refere à abordagem do problema, o trabalho tem características que o classificam como uma pesquisa qualitativa, visto que busca o entendimento de um determinado fenômeno (a implantação do sistema PLM no PDP de uma empresa), pela sua avaliação e interpretação, realizadas pelos próprios indivíduos envolvidos com o processo de DP da empresa estudada e ao qual o pesquisador atribui um determinado significado.

Em termos de objetivos gerais, o trabalho pode ser melhor classificado como exploratório e descritivo. O trabalho é um estudo exploratório dada a quase inexistência de estudo similares na área. Sua característica descritiva deve-se ao fato de que o estudo visa descrever as características de um fenômeno ainda não muito abordado na literatura vigente, definindo-o e delimitando-o através da caracterização e proposição de um método de análise.

Considerando o método de procedimento de pesquisa, o trabalho emprega o estudo de caso, definido como uma pesquisa sobre um indivíduo específico (CERVO e BERVIAN, 1983), com foco em suas características mais relevantes para o tema que se está pesquisando (PÁDUA, 1997). Desta forma, o estudo de caso é adequado à necessidade de análise e caracterização da implantação real de sistemas PLM no PDP de uma empresa específica escolhida.

É de conhecimento do autor que, ao se decidir pelo uso do estudo de caso, deve-se ter clara a principal limitação deste método: a impossibilidade de que seus resultados sejam generalizados para uma população ou universo (generalização estatística). Esta característica do método de estudo de caso não comprometerá a contribuição deste trabalho visto já ter sido contemplada no tópico 1.5 (delimitações) do presente capítulo.

Para operacionalizar as escolhas metodológicas feitas para este trabalho, são empregados diferentes instrumentos de pesquisa. Entrevistas estruturadas, observação não-

participante e a análise de documentos e registros são os principais instrumentos de pesquisa utilizados. A Figura 1 abaixo, faz uma síntese das escolhas feitas para a metodologia da pesquisa.

Natureza da pesquisa	aplicada
Abordagem do Problema	qualitativa
Objetivos gerais da pesquisa	exploratória descritiva
Métodos de procedimento de pesquisa	estudo de caso
Instrumentos de Pesquisa	análise de documentos entrevistas estruturadas observação

Figura 1: Escolhas para a Metodologia da Pesquisa

### 1.6.2 *Etapas Gerais da Pesquisa*

De acordo com CERVO e BERVIAN (1983), a pesquisa descritiva pode assumir diversas formas. Este trabalho é subdividido em duas etapas principais, empregando-se duas das formas de pesquisa descritiva citadas por esses autores: o estudo exploratório (pautado na pesquisa bibliográfica) e o estudo de caso. Além destas etapas da pesquisa descritiva, são realizadas outras duas etapas complementares: a definição do trabalho e a conclusão. Todas essas etapas são descritas na Figura 2 e detalhadamente a seguir.

<b>Pesquisa Bibliográfica.</b> - Pesquisar Bibliografia	<b>Definição do Trabalho</b> - Definir objetivos, métodos, e técnicas de pesquisa.
	<b>Estudo Exploratório</b> - Analisar as atividades do PDP que são apoiadas por funcionalidades dos sistemas PLM e analisar as funcionalidades e tecnologias dos sistemas PLM.
	<b>Estudo de Caso</b> - Caracterizar a empresa e o ambiente de desenvolvimento de produtos e analisar a Implantação de um sistema PLM no PDP da
	<b>Conclusões</b> - Conclusão do estudo e recomendações para próximas pesquisas

Figura 2: Etapas Gerais da Pesquisa

### 1.6.2.1 Definição do Trabalho

A definição do trabalho compreende o estabelecimento do objetivo a ser cumprido, a determinação das perguntas da pesquisa, a escolha do método da pesquisa e a definição das etapas gerais do trabalho.

### 1.6.2.2 Estudo Exploratório

O estudo exploratório é recomendável nos casos em que há poucos conhecimentos sobre o problema a ser estudado. Além disso, os estudos exploratórios são importantes para a obtenção de uma nova percepção ou mesmo para a descoberta de novas idéias sobre o tema da pesquisa (CERVO e BERVIAN, 1983).

Assim, inicialmente, considerando-se que o tema deste trabalho ainda é pouco conhecido na literatura científica, é pertinente realizar um estudo exploratório dos aspectos funcionais e de integração dos sistemas PLM no PDP.

Esta fase da pesquisa compreende: (i) a identificação das atividades e modelos de referência do processo de desenvolvimento de produtos, que podem ser apoiadas por funcionalidades dos sistemas PLM (ii) a identificação das principais funcionalidades e tecnologias dos sistemas PLM.

Esta fase é apoiada pela pesquisa bibliográfica, através da utilização de livros, trabalhos científicos, artigos de periódicos e material de *sites* científicos disponíveis na Internet, entre outros. Os objetivos da pesquisa bibliográfica, estabelecidos por DANE (1990) e CERVO e BERVIAN (1983) são: evitar duplicidade de pesquisa, evitar problemas ocorridos em trabalhos anteriores, determinar a contribuição da pesquisa para a base de conhecimentos e obter fundamentação teórica para o desenvolvimento do projeto.

### 1.6.2.3 Estudo de Caso

Por fim, é realizado um estudo de caso que apresentará: (i) a caracterização da empresa de tecnologia, objeto deste estudo, e de como ocorre seu PDP e (ii) analisar a implantação de sistema PLM no PDP da empresa, através da comparação entre o que se encontra na bibliografia específica sobre o assunto e a aplicação de um caso de implantação real.

Através desta análise da implantação do sistema PLM na empresa, são identificadas e analisadas suas principais funcionalidades e tecnologias, os motivos que levaram à opção de implantação de um sistema PLM e são observadas as soluções adotadas para integrar tais sistemas.

A base de dados será coletada a partir de entrevistas estruturadas, análise de documentos e observação. As entrevistas realizadas foram duas e realizadas através da utilização de questionários contendo questões abertas.

As duas entrevistas estruturadas aplicadas, que são apresentadas nos capítulos 4 e 5 respectivamente, tiveram objetivo de obtenção de informações sobre: (i) avaliação do PDP da empresa para sua caracterização e identificação das principais dificuldades existentes no processo; (ii) caracterização da implantação do sistema PLM na empresa. O primeiro questionário foi aplicado ao time que trabalha no desenvolvimento de produto de uma linha específica de um produto da empresa. O segundo questionário, referente à coleta de dados para a análise da implantação do sistema PLM, foi aplicado aos especialistas que atuam na implantação do sistema. Também foram obtidos dados para a pesquisa através do grande contato existente entre o ambiente pesquisado e o pesquisador.

#### 1.6.2.4 Conclusões

Finalmente, são discutidos os resultados observados durante a pesquisa, são apresentadas as conclusões obtidas e são realizadas sugestões para trabalhos futuros nesta área de pesquisa.

## 1.7 ESTRUTURA

O trabalho está estruturado da seguinte forma: o primeiro capítulo apresenta o enquadramento do trabalho, seu contexto e relevância, bem como as questões de pesquisa que motivam seu desenvolvimento, os objetivos definidos e as suas limitações.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, onde serão apresentados os conceitos, características, modelos de referência e integração de ferramentas do PDP.



O terceiro capítulo aborda a gestão do ciclo de vida de produto no processo de desenvolvimento de produtos. Após, apresenta uma breve abordagem da evolução dos sistemas de gestão do ciclo de vida; e, finalmente, são apresentadas algumas características do PLM, bem como algumas vantagens advindas de sua implantação por parte das empresas.

O quarto capítulo apresenta a empresa em que foi realizado o estudo de caso, caracterizando o desenvolvimento de produtos que a empresa emprega, suas fases e principais características.

O quinto capítulo apresenta a análise da implantação de um sistema PLM no PDP da empresa, considerando os principais aspectos relevantes à integração, apresentando as principais funcionalidades e tecnologias presentes no sistema PLM implantado na empresa.

Por último, no sexto capítulo, são apresentadas algumas conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Neste capítulo discutem-se as características da abordagem sequencial de desenvolvimento de produtos *versus* a abordagem simultânea, aplicada neste trabalho. Em seguida, são apresentadas as etapas do PDP, as informações de projeto e alguns dos principais Modelos Referenciais e, por último, são apresentadas algumas ferramentas utilizadas no PDP.

### 2.1 ENGENHARIA SEQÜENCIAL *VERSUS* ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Tradicionalmente, o desenvolvimento de produtos é constituído por uma seqüência ordenada de atividades realizadas por vários departamentos de uma empresa. Na Engenharia Sequencial, uma atividade só é iniciada quando a atividade anterior é concluída.

De acordo com Clausing (1994), essa abordagem sequencial de desenvolvimento de produtos prevaleceu durante os anos 50 e 60, mas continua sendo empregada por algumas empresas. As etapas gerais típicas de um desenvolvimento de produtos sequencial em uma empresa de manufatura são exemplificadas na Figura 3:

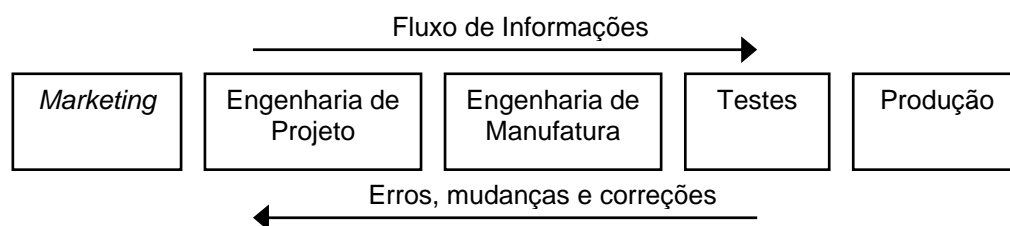


Figura 3: Exemplo de desenvolvimento de produtos sequencial

Fonte: Adaptado de Syan (1994)

No exemplo, o *Marketing* exemplifica a necessidade de novos produtos, o preço alvo e o desempenho requerido por potenciais consumidores. A Engenharia de Projeto recebe as especificações pouco detalhadas e trabalha isoladamente na definição dos requisitos técnicos e no detalhamento da documentação do produto. O primeiro contato da Engenharia de Manufatura com o novo produto ocorre somente após o final da etapa de Engenharia de Projeto (SYAN, 1994).

Pode-se notar na Figura 3, que o desenvolvimento seqüencial, baseado na organização departamental, não favorece a integração entre as unidades funcionais envolvidas. Os departamentos tendem a preocupar-se somente com suas atividades específicas, e não existe um responsável pelo desenvolvimento como um todo. A falta de uma visão ampla sobre todo o desenvolvimento dificulta a medição dos resultados obtidos e a realização de projetos de melhoria.

Scheer (1998) discute as implicações do desenvolvimento seqüencial e do isolamento dos departamentos na fragmentação dos dados do produto. As diferentes visões descritivas utilizadas pelas várias unidades organizacionais envolvidas no desenvolvimento resultam em bases de dados independentes, separadas em vários sistemas e plataformas de *hardware*, conforme Figura 4, a seguir:

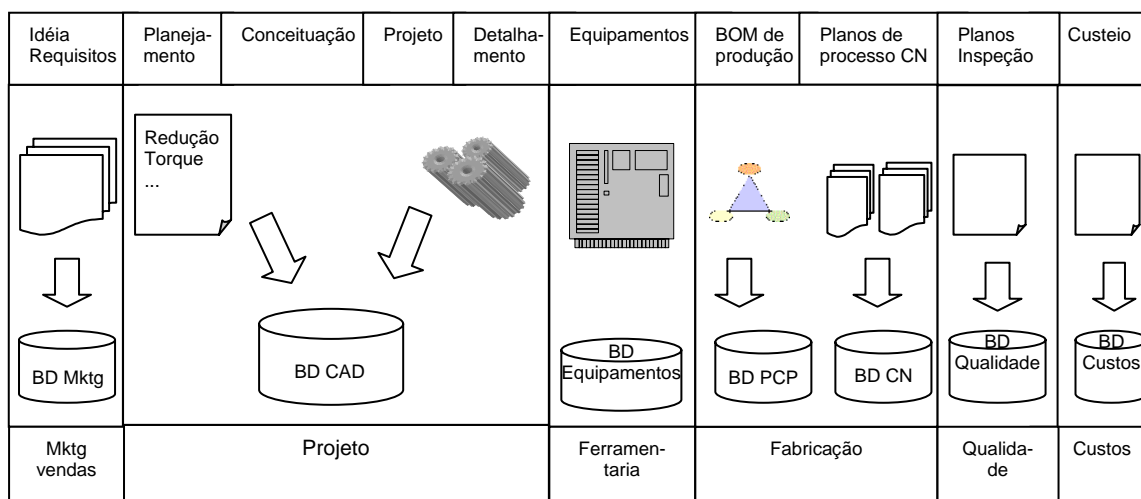


Figura 4: Fragmentação dos dados de produto no desenvolvimento seqüencial

Fonte: Adaptado de Scheer (1998)

A descrição geométrica do produto, por exemplo, é armazenada na base de dados do sistema de Projeto Auxiliado por Computador (*Computer Aided Design – CAD*), enquanto

que a estrutura de produto e os planos de processo macro, gerados em uma fase posterior, são armazenados na base de dados do sistema de planejamento da produção (SCHEER, 1998).

A literatura descreve inúmeros problemas e desvantagens decorrentes da abordagem seqüencial de desenvolvimento de produtos. Assim, para otimização do processo de desenvolvimento de produtos, visando a melhoria da qualidade e redução dos custos, muitas empresas adotaram a Engenharia Simultânea como filosofia de desenvolvimento de produtos.

A Engenharia Simultânea é considerada “uma abordagem sistemática para o projeto simultâneo e integrado de produtos e de seus processos relacionados, incluindo a manufatura e suporte. Tal abordagem procura fazer com que os envolvidos considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, do conceito ao descarte, incluindo a qualidade, o custo, os prazos e os requisitos dos clientes.” (WINNER *et al.*, 1988 *apud* CARTER e BACKER, 1992).

O sinal mais visível da engenharia simultânea em uma empresa é a mudança para o trabalho em equipe. A engenharia simultânea promove explicitamente a formação de equipes multifuncionais. Ela alavanca a perícia de diferentes áreas no projeto e definição de produtos enquanto fomenta a comunicação interdepartamental.

Segundo Zangwill (1993), para alcançar as propostas da engenharia simultânea é preciso formar um time multifuncional, com pessoal de todos os departamentos relevantes, tais como *marketing*, vendas, projeto e processo. Esse time deve se encarregar do conceito do produto. Deve também administrar os processos paralelamente, cuidar de cumprir o cronograma e reduzir desperdícios.

No contexto de multidisciplinaridade, a aplicação de Engenharia Simultânea resulta também da necessidade de maior integração entre os dados de produto. Tais informações devem estar localizadas em uma base de dados uniforme em vez de estar dividida em diferentes sistemas, que, além de separação física, referem-se a diferentes fases do desenvolvimento (SCHEER, 1998). O esquema da Figura 5 mostra a utilização da Engenharia Simultânea no PDP.

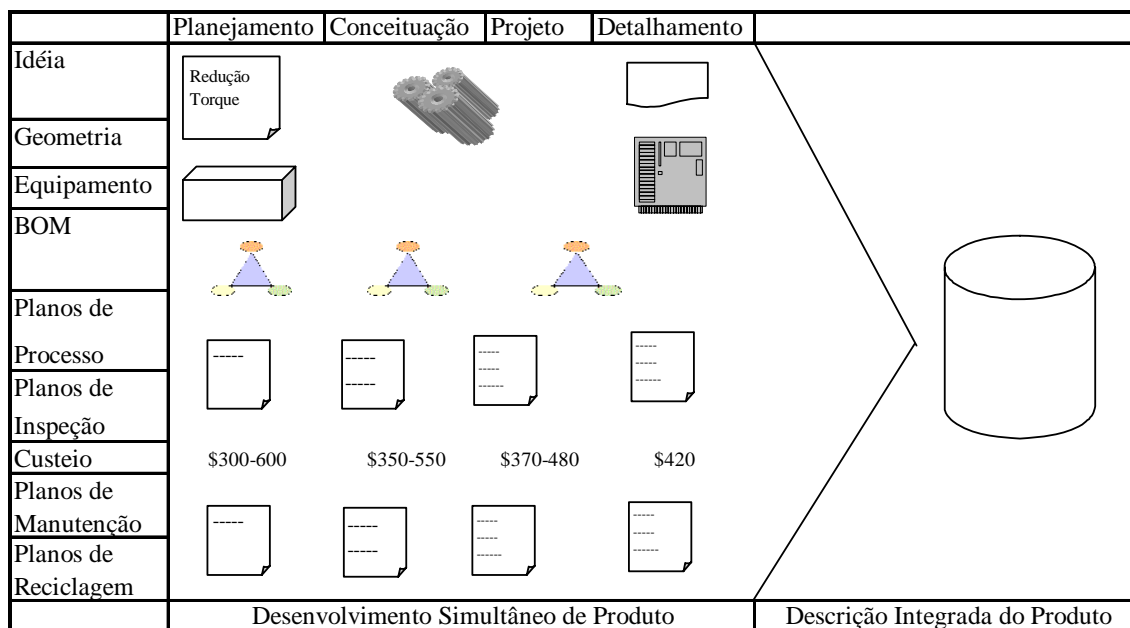


Figura 5: Integração dos dados do produto para apoiar a Engenharia Simultânea  
 Fonte: Adaptado de Scheer (1998)

As informações compartilhadas no ambiente da engenharia simultânea favorecem a formação de uma base de conhecimento heurístico que poderá ser muito útil para desenvolvimentos futuros. Assim, se a engenharia simultânea for empregada desde as fases iniciais do projeto, os resultados em termos de tempo, custo e qualidade serão melhores já que todos os envolvidos com o novo produto terão participação nas decisões, evitando problemas no momento em que se inicia a produção propriamente dita.

No caso do desenvolvimento de um produto ser realizado pelo sistema seqüencial, muitas decisões cruciais são tomadas a nível individual, como algumas formas básicas, características de desempenho, materiais entre outros. Essas decisões sobre o produto podem vir a tornar mais complexa e cara as mudanças futuras. Não apenas as modificações tornam-se difíceis de serem realizadas, mas os custos também crescem.

Cabe salientar ainda que as informações não devem se limitar apenas ao desempenho do produto, mas abordar também todos os processos, como por exemplo:

- relação de todos os documentos de projeto;
- padrões para avaliar e certificar novos fornecedores;
- tempo e custo de testes;

- número de etapas nos processos de fabricação, incluindo inventário, leiaute e maquinário necessário;
- metas de qualidade, incluindo número de defeitos por unidade, refugo e custos de garantia;
- custos, diretos e indiretos de fornecedores, etc.

Todos os processos devem ser considerados precisamente para eliminar potenciais problemas antes que eles ocorram. A fase de montagem de um produto é a etapa integrativa, onde normalmente acabam aparecendo os problemas de etapas anteriores. Desta forma, fica claro mais uma vez a importância de se dispor de um sistema integrado de informações que possa armazenar todas estas experiências em cada uma destas etapas do desenvolvimento de projetos/processos.

Dentro da mesma linha da engenharia simultânea, autores como Andreasen (1987) idealizaram modelos de Desenvolvimento Integrado de Produto - DIP (*Integrated Product Development - IPD*), o qual integra informações do mercado, desenvolvimento de produtos e planejamento e controle da produção. Também, faz a integração entre projeto e a administração, enfatizando a necessidade de planejamento contínuo de produtos. Um modelo genérico de DIP é mostrado na Figura 6 com o nome das respectivas fases e atividades.

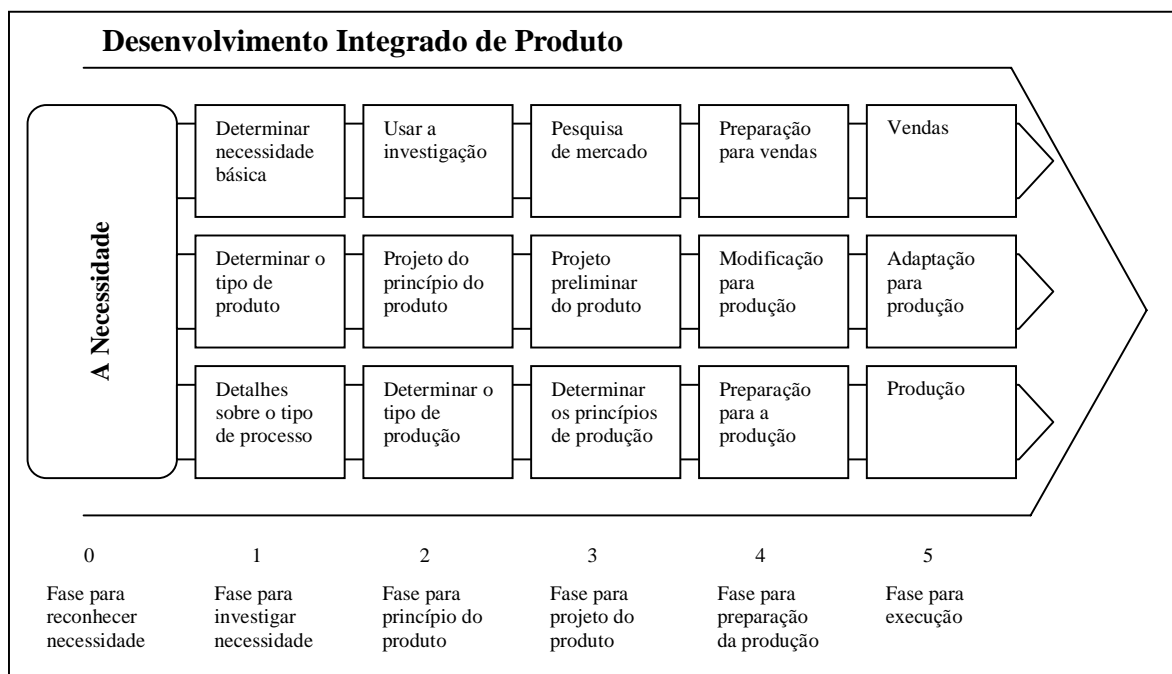


Figura 6: O Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP)

Fonte: Andreasen e Hein (1987)

Para Andreasen (1987), o desenvolvimento de produto é um processo criativo baseado nos três seguintes elementos:

- reconhecimento e criação de mercado e estabelecimento de vendas nesse mercado;
- criação de um produto que satisfaça esse mercado e que, ao mesmo tempo, possa ser produzido pelo terceiro elemento;
- um sistema de produção que atenda a esse propósito.

Ainda segundo Andreasen (1987), no DIP os projetos são desenvolvidos de maneira interativa, pois não existem métodos que possam conduzir diretamente de um problema a uma solução.

A Figura 7 mostra a evolução no processo de projeto, através do enfoque moderno, quando comparado com o tradicional (MILLS, 1991). No caso do projeto de um produto ser realizado pelo sistema tradicional, muitas decisões cruciais são tomadas a nível individual, enquanto o enfoque moderno está muito mais preocupado com a qualidade do projeto, prevendo a aplicação de ferramentas para assegurar a qualidade e agilidade no desenvolvimento das atividades de projeto.

ENFOQUE	TRADICIONAL	MODERNO
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Produto desenvolvido por critérios técnicos;</li> <li>* O fabricante define o produto;</li> <li>* Pouco envolvimento de <i>marketing</i>;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Produto desenvolvido a partir de critérios do consumidor;</li> <li>* O mercado define o produto;</li> <li>* Grande envolvimento de <i>marketing</i>;</li> </ul>
Estratégia	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Calcado na visão interna;</li> <li>* Ênfase no preço;</li> <li>* Limitado por regras;</li> <li>* Objetivos econômicos;</li> <li>* Qualidade do produto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Calcado na visão externa;</li> <li>* Ênfase no custo;</li> <li>* Ambiente de alta competição;</li> <li>* Objetivos econômicos e sociais;</li> <li>* Qualidade total;</li> </ul>
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Qualidade focada no controle;</li> <li>* Pouco uso de ferramentas para garantir a qualidade no projeto;</li> <li>* Qualidade avaliada (correção);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Qualidade focada no projeto;</li> <li>* Uso intensivo de ferramentas para assegurar a qualidade do projeto;</li> <li>* Qualidade projetada (prevenção);</li> </ul>

Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>* O processo adapta-se ao produto;</li> <li>* Uso da prancheta;</li> <li>* Muitas alterações de engenharia ao longo da vida do produto;</li> <li>* Longo tempo de desenvolvimento;</li> <li>* Desenvolvido pela Engenharia de produto serial;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Produto e processo compatíveis;</li> <li>* Uso do CAE/CAD/CAM;</li> <li>* Poucas alterações de engenharia ao longo da vida do produto;</li> <li>* Redução do tempo de desenvolvimento;</li> <li>* Desenvolvido pela equipe multidisciplinar;</li> </ul>
---------	---	--

Figura 7: Enfoque tradicional versus moderno

Fonte: MILLS (1991)

Entre os benefícios atribuídos à adoção da Engenharia Simultânea destacam-se a redução do ciclo de desenvolvimento com o paralelismo das atividades, o aumento da qualidade por meio do foco nos requisitos dos clientes e da utilização de metodologias de apoio (QFD, FMEA entre outras) e a diminuição do custo final do produto obtida pela tomada de decisões adequadas nas fases iniciais do desenvolvimento e pela conseqüente redução do número de modificações.

Para que o desenvolvimento do produto apresente os resultados desejados, as equipes multifuncionais devem trocar informações entre si. Esta troca de informações não deve se restringir aos conhecimentos atuais, mas se possível dispor de informações passadas ou histórico de problemas similares já ocorridos.

Esta é uma outra razão pela qual se justifica a implantação de um sistema de informações que apoiem o desenvolvimento de novos produtos dentro do conceito de engenharia simultânea.

## 2.2 CICLO DE VIDA DO PRODUTO

A redução do *lead time* e dos custos de fabricação, tornaram-se aspectos fundamentais para atingir o desafio de projetar e produzir com uma grande variedade de ofertas, entregar rapidamente e assessorar eficientemente o cliente (HEDGE *et al.*, 1992). Esta é uma das principais razões apontadas para elucidar o interesse em se estudar o ciclo de vida dos produtos hoje em dia.



De acordo com a definição proposta por Bourke *apud* Rozemberg (2000), o ciclo de vida de um produto compreende todas as fases de sua existência, desde a concepção, definição, produção, entrega, manutenção, até sua retirada do mercado.

O ciclo de vida do produto pode ser definido sob três óticas diferenciadas, como pode ser visto na Figura 8: sob a ótica econômica, que se refere à aceitação do produto pelo mercado; sob o ponto de vista técnico do projeto, que se refere aos índices de problemas de projeto; e sob o ponto de vista de lançamento do primeiro exemplar no mercado, que se refere ao número de falhas de um exemplar do produto lançado no mercado (CUNHA, 2003).

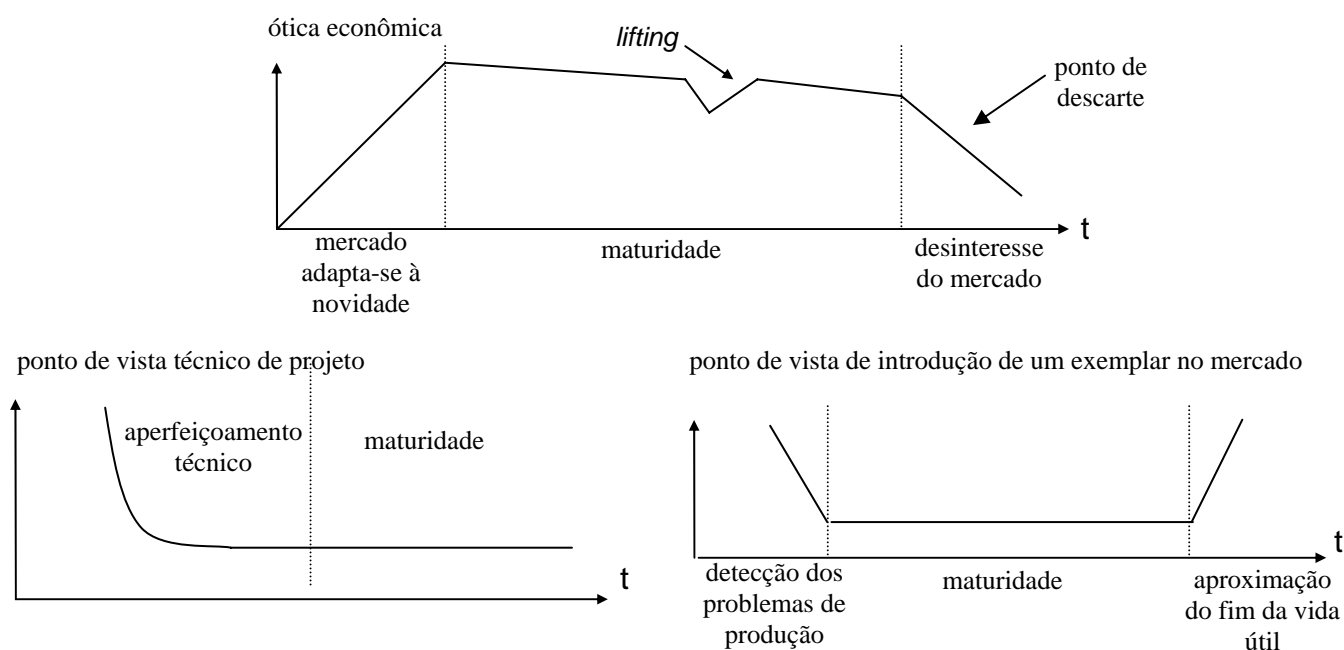


Figura 8: Ciclo de Vida do Produto  
Fonte: Apostila de Aula, Cunha (2003)

Sob a ótica econômica, os produtos nos estágios de pós-lançamento experimentam uma fase de crescimento, uma fase de maturidade e uma fase de declínio até a sua etapa final de retirada do mercado. A primeira fase, quando o produto é introduzido ao mercado, tem foco no ganho de mercado e busca de competitividade. Depois, passa pelo processo de crescimento chegando ao seu nível de maturidade. É nesta fase que o produto gera ganhos à empresa, inclusive para reinvestimento posteriormente em desenvolvimento de novos produtos. Por esta razão é tão crítico o gerenciamento desta fase de maneira adequada, pois, se esta fase for ignorada, diminuirá a oferta de novos produtos no mercado. A partir daí começa a fase de declínio, até a sua estagnação e assim ocorre a sua substituição no mercado, gerando um novo processo de estratégias a serem decididas. É importante gerenciar as duas

últimas fases de declínio e retirada do mercado, focando no relacionamento e retenção do cliente e na aprendizagem com os produtos que saem do mercado, aplicados ao planejamento do desenvolvimento de um novo produto. Neste contexto, os sistemas de Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management* – PLM) vêm para contribuir no direcionamento destes problemas, devendo ser considerados como ferramentas que auxiliam as pessoas a gerenciarem seus produtos (AUSURA e DECK, 2003).

Ausura e Deck (2003) salientam que os processos que definem as estratégias de produção dependem das decisões tomadas em outros segmentos estratégicos (corporativo e de negócios). Segundo os autores, são três os desafios na superfície dos negócios hoje: aumentar a familiaridade entre os clientes, conquistar a excelência operacional e fornecer produtos líderes no mercado.

Para melhorar a familiaridade entre os clientes é necessário entender e responder rapidamente as necessidades em potencial dos mesmos. Precisa-se estabelecer um relacionamento efetivo entre eles, fornecendo consistência, e avaliando-os a longo prazo. Já para alcançar a excelência operacional, a empresa precisa focalizar a operação de maneira eficiente, efetiva e flexível, trabalhando juntamente com seus parceiros para reduzir os custos e o tempo necessário para distribuir produtos de alta qualidade que se enquadrem dentro das necessidades de modo e de tempo dos clientes.

Satisfazendo as necessidades dos clientes, a empresa consegue fornecer produtos que serão líderes no mercado, pois os produtos e serviços serão adaptados às necessidades dos clientes. Todos estes desafios exigem a recepção dos produto certo no mercado certo. Para superar estes desafios, os negócios devem tornar-se mais inovadores. No entanto, inovar negócios não significa simplesmente criar novos produtos. Também significa aprimorar os processos que uma companhia utiliza na produção.

A partir desta análise conclui-se que avaliar um produto em todo o seu ciclo de vida é tão importante quanto a sua criação. Gerenciar o ciclo de vida de um produto é uma tarefa que exige interagir entre os diversos setores de uma corporação e, conseqüentemente, ampliar a comunicação e o relacionamento entre os clientes, fornecedores e sócios em um empreendimento. Para tornar possível essa interatividade a empresa investe em Tecnologia da Informação, em sistemas que possibilitem reduzir custos e maximizar lucros.

A rapidez pela qual a Tecnologia da Informação se propaga com a *Intranet*, *softwares* e *hardwares*, torna viável a utilização do conceito gestão do ciclo de vida do produto - PLM que é baseado justamente na integração de diversos sistemas.

### 2.3 MODELOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E GESTÃO DO CICLO DE VIDA

Nos últimos 25 anos, diversos modelos têm sido propostos para descrever o processo de desenvolvimento de produtos. Apesar disso, não existe um modelo consolidado do PDP na prática. Falhas de comunicação entre as fases de *marketing*, engenharia e manufatura ocorrem freqüentemente. Existe uma dissociação entre o que o mercado deseja, a percepção da equipe de *marketing* e a da engenharia, o que torna o processo de desenvolvimento segmentado sem um comprometimento global (HOLLINS; PUGH, 1990). Estas diferenças de abordagens e pontos de vista ocasionam uma desconexão entre os modelos apresentados pela literatura (Krishnan e Ulrich, 2001), fragmentando o PDP e, muitas vezes, gerando conflitos de percepção.

Ainda hoje, pode-se perceber uma vasta gama de problemas relacionados à falta de formalização e estruturação dos procedimentos de desenvolvimento de produtos e seus processos de produção nas empresas. Conforme Cunha *et al.* (2003), pode-se citar:

- falta de definições estratégicas no gerenciamento do portfólio de produtos;
- desenvolvimento de produtos planejados fora do escopo e foco do negócio;
- falta de gerentes e parceiros na definição dos procedimentos de desenvolvimento de produtos e processos;
- falta de definição do desenvolvimento dos produtos e processos como uma seqüência lógica de atividades, as quais devem ser documentadas, disseminadas e bem entendidas pelos membros da companhia;
- falta de definição e detalhamento das atividades no desenvolvimento de produtos e processos;
- falta de pontos de verificação / validação em relação aos estágios de desenvolvimento de produtos e processos;

- falta de uma metodologia específica de desenvolvimento de produto - procedimento empírico;
- ausência de uma terminologia genérica para ser utilizada pelos agentes atuantes no cenário de desenvolvimento de processos e produtos;
- falta de utilização de mecanismos de validação de mercado (tanto em termos de requisitos de clientes, quanto de análise de previsão de vendas);
- desenvolvimento de produto baseado em conhecimento externo à empresa;
- falta de integração com outras áreas e departamentos da empresa;
- falta de conhecimento referente ao conceito de gestão da interfuncionalidade (*cross-functional team management*);
- falta de compreensão do funcionamento do todo e das responsabilidades específicas quanto às diversas funções dentro da empresa;
- inadequação na seleção de recursos humanos, utilizados para ocupar as diversas funções requeridas no processo;
- falta de capacidade para operar com informações incompletas ao longo do desenvolvimento de processos e produtos;
- falta de conhecimento referente à aplicabilidade das técnicas de DP ao longo do desenvolvimento de processos e produtos;
- falta de conhecimento referente às aplicações das metodologias e tecnologias mais recentemente desenvolvidas.

Mesmo assumindo a dificuldade de serem adotadas soluções genericamente aplicáveis à estruturação da gestão do desenvolvimento de produtos como processo de negócio, há empresas de consultoria atuantes na área propondo metodologias para tal finalidade. Os fundamentos de metodologias criadas para a execução de intervenções no desenvolvimento de produtos baseiam-se em princípios conhecidos e genericamente consagrados da moderna gestão empresarial (CUNHA e TEIXEIRA, 2003).

No caso brasileiro, é comum, que apenas empresas de grande porte e vinculadas a grupos industriais de matriz estrangeira procurem adotar modelos dessa natureza. Uma das razões para este fato é o alto custo de desenvolvimento da modelagem e de realização da intervenção, normalmente, operados pelas tais consultorias especializadas. A inexistência de

normas ou diretrizes específicas para a gestão do desenvolvimento de produtos (à feição do que a ISO 9000 significa para a gestão da qualidade, por exemplo) é, possivelmente, um fator complicador neste cenário, já que as empresas não podem contar com um referencial explícito e elucidativo (CUNHA e TEIXEIRA, 2003).

Para as empresas que, no entanto, assumem o risco da elaboração e implementação de modelos de gestão para o desenvolvimento de produtos em meio a esse cenário, é certo o enfrentamento de riscos. Como, por exemplo, o da realização de um investimento relativamente elevado que poderá conduzir a resultados de aplicabilidade restrita no tempo e no domínio (circunscrição a um dado ambiente/segmento industrial, por exemplo) (CUNHA e TEIXEIRA, 2003).

Os modelos referenciais do PDP englobam a maioria das atividades de planejamento, execução e controle relacionadas com o desenvolvimento de produto. Na verdade, normalmente, aparecem como a parte principal de modelos de representação do ciclo de vida do produto, freqüentemente embasados no conceito de paralelismo temporal de atividades proposto pela engenharia simultânea. Exemplos de modelos deste gênero são sugeridos ou analisados nos trabalhos de Clark e Fujimoto (1991), Prasad (1997), Rozenfeld (1997) e Cunha *et al.* (2003), conforme Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12, a seguir:

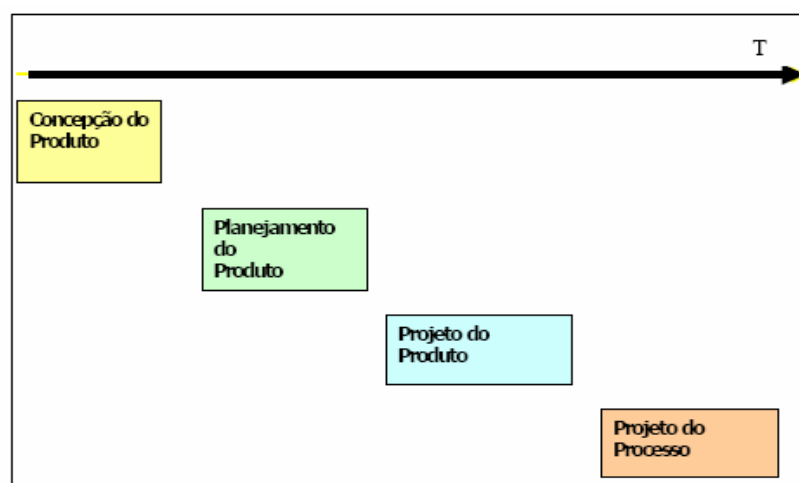


Figura 9: Modelo de Clark e Fujimoto para o PDP

Fonte: Clark e Fujimoto (1991)

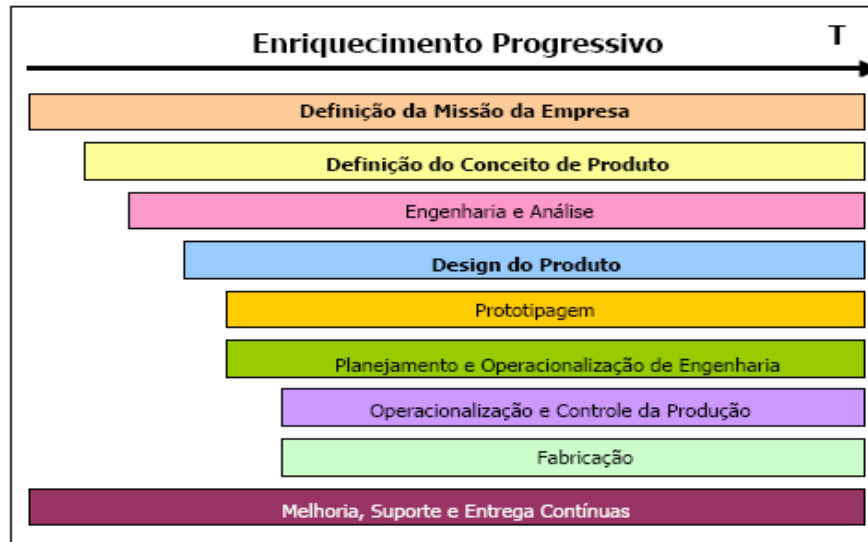


Figura 10: Modelo de Prasad para o PDP e o ciclo de vida de produto  
 Fonte: Prasad (1997)

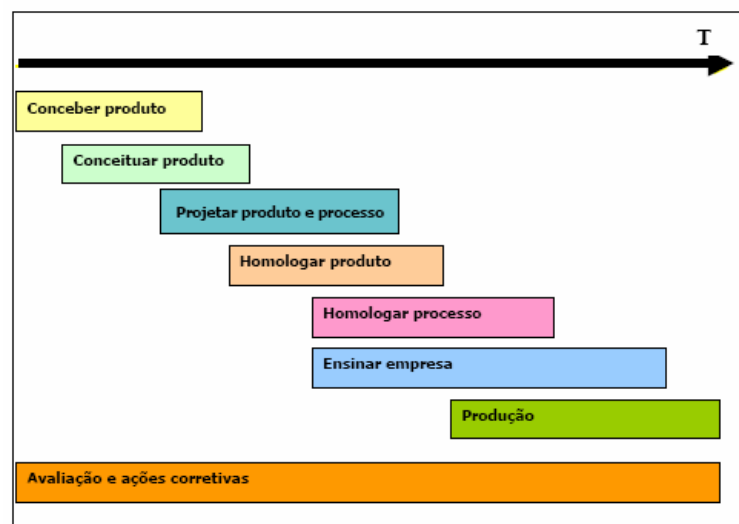


Figura 11: Modelo proposto por Rozenfeld para o PDP e o ciclo de vida de produto  
 Fonte: Rozenfeld (2006)

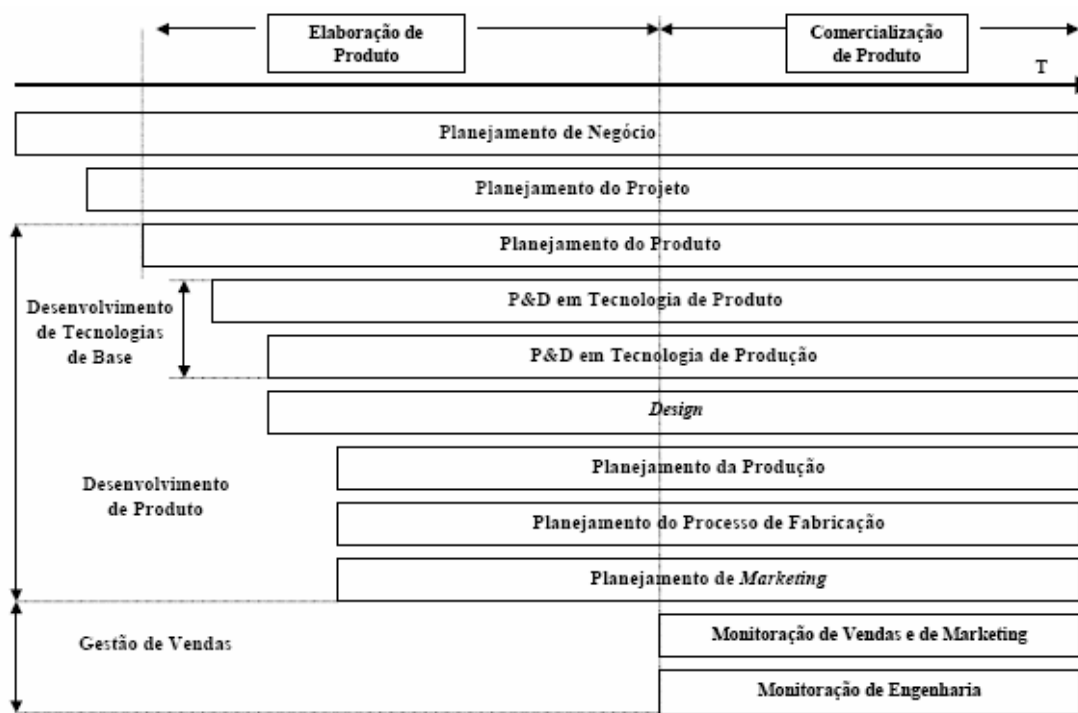


Figura 12: Modelo proposto por Cunha para estruturação dos Sistemas PLM

Fonte: Cunha *et al.* (2003)

O modelo desenvolvido por Cunha *et al.* (2003) (*Model – R*) compreende todos os estágios dos sistemas PLM, conforme citados abaixo:

- planejamento do negócio – estabelecimento do alinhamento entre o desenvolvimento de um novo produto ou de uma nova família de produtos e o foco do negócio;
- planejamento do projeto – estabelecimento dos métodos e técnicas de controle e alocação de recursos para desenvolverem os novos produtos;
- planejamento do produto – avaliação de mercado consoante os princípios do *marketing*, em termos da perspectiva do cliente, e da previsão de demanda;
- P&D em tecnologia do produto – desenvolvimento de bases tecnológicas específicas e avaliação das que se encontram disponíveis para suporte dos requisitos de projeto;
- P&D em tecnologia da produção – desenvolvimento de bases tecnológicas específicas e avaliação das que se encontram disponíveis para dar suporte aos requisitos de processo de fabricação;
- *design* – estabelece as especificações e detalhamento do projeto (inclusive, em termos de Engenharia), considerando todos os detalhes de configuração do objeto, procurando, ainda, facilitar a fabricação, a montagem e a posterior manutenção do produto (PAHL e BEITZ, 1996);

- planejamento da produção – estabelecimento da logística de produção em termos de métodos para manuseio de materiais, escolha do *lay-out* mais adequado e adoção de uma metodologia de produção;
- planejamento do processo de fabricação – estabelecimento de procedimentos de operações necessárias para a fabricação do produto;
- planejamento de *marketing* – estabelecimento de definições de *marketing* e vendas para o lançamento do produto e acompanhamento das vendas;
- monitoramento de vendas e de *marketing* – estabelecimento de estratégias, táticas e ações para incrementar, suportar e manter a venda do produto;
- monitoramento de engenharia – estabelecimento de ações de monitoramento para manter o rastreamento do desempenho técnico do produto e requisitos de manutenção.

Segundo os autores, o modelo supõe que cada parcela de informação gerada em qualquer estágio deva ser transferida para um repositório de informação, onde estas devem permanecer disponíveis aos usuários. Em termos de estrutura de dados para implementação computacional de um sistema baseado neste conceito, seria presumível a utilização de uma arquitetura blackboard (“quadro-negro”). A tecnologia desenvolvida a partir dos sistemas de Gestão dos Dados do Produto (*Product Data Management* – PDM) surgiria como elemento de suporte ao desenvolvimento deste tipo de sistema para a gestão do PLM.

A Figura 12 apresenta a linha do tempo das diversas atividades. Os estágios não devem ser compulsoriamente terminados após a liberação do produto ao mercado, pois, possivelmente, requisitos de alterações no produto podem acontecer em qualquer estágio, que será, assim, ocasionalmente, reativado.

Porém, dois aspectos devem ser levados em consideração como obstáculos na plena utilização de sistemas PLM. Primeiro, a lacuna existente da falta de integração dos sistemas oferecidos no mercado, e em segundo lugar, a necessidade da criação de uma ferramenta capaz de reter a informação relativa às etapas mais iniciais das etapas da gestão do ciclo de vida do produto, em especial, as que se referem às informações de mercado, precedentes à fase de *design*. São justamente estas informações que condicionam o sucesso do produto, sendo carregadas para o processo justamente nessas etapas iniciais (CUNHA, 2003).

Ainda segundo os autores, as informações de entrada para estas atividades de monitoramento seguem-se à liberação do produto para o mercado, considerando tanto



informações de desempenho do produto nas áreas de *marketing* e vendas, quanto de engenharia. Análises técnicas do ciclo de vida, tanto do ponto de vista de *marketing*, quanto de engenharia, devem constar no processo de informação. As informações de saída dessas atividades são, principalmente, as avaliações da informação de entrada e possíveis correções de rumo, como alterações de engenharia ou das ações de *marketing* de suporte à comercialização do produto - ver esquema apresentado na Figura 13.

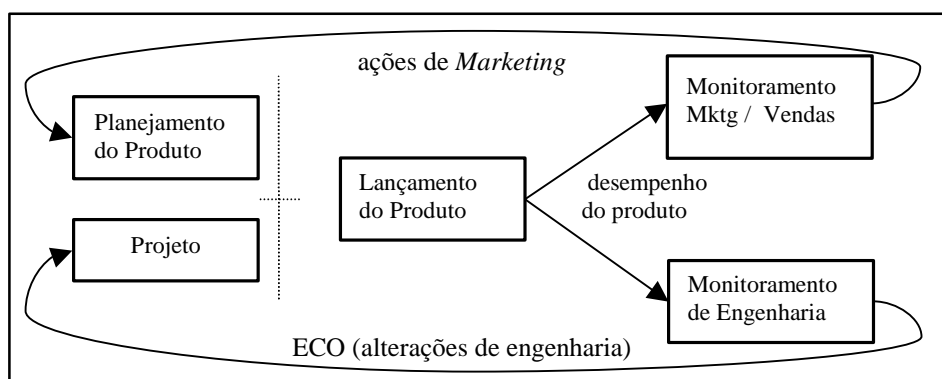


Figura 13: Exemplo de informações providas das atividades de monitoramento

Fonte: Adaptado de Cunha *et al.* (2003)

## 2.4 AMBIENTES INTEGRADOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A seguir, serão descritas as formas de Integração das ferramentas e sistemas utilizados no PDP e que servem de base para o surgimento do conceito de sistemas PLM e trabalho colaborativo.

### 2.4.1 Importância da Integração e Níveis de Integração

De acordo com Vernadat (1996), as três mais importantes justificativas para a busca da integração nas empresas são as necessidades atuais de compartilhamento das informações, de interoperabilidade e de coordenação das atividades. O objetivo da integração é melhorar a comunicação, a cooperação e a coordenação na empresa, possibilitando maior produtividade, flexibilidade e capacidade de mudança.

Com a evolução da Tecnologia de Informação e a busca das empresas por maior integração, este conceito evoluiu da integração física para a integração dos aplicativos e, mais recentemente, para a integração do negócio como um todo, conforme pode ser visto na Figura 14.

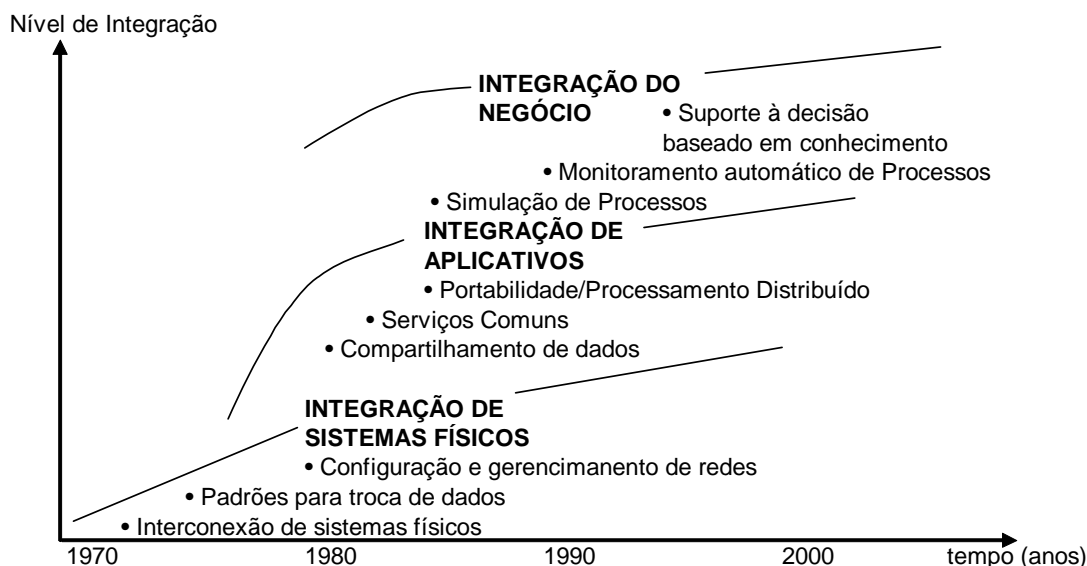


Figura 14: A evolução dos níveis de integração

Fonte: Vernadat (1996)

A integração física está relacionada com a interface e com os protocolos de comunicação entre os diferentes equipamentos, aplicativos computacionais, instrumentos, entre outros (ALLIPRANDINI, 1996); a integração dos aplicativos trata da interoperabilidade dos aplicativos em plataformas heterogêneas e do acesso de vários aplicativos e dados comuns, e a integração de negócios procura obter coordenação entre os processos de negócio (VERNADAT, 1996).

O nível de integração possível de se obter com os sistemas físicos é limitado. Para aumentar o nível de integração é necessário integrar os aplicativos e o negócio.

#### 2.4.2 *Conceitos de Integração*

A evolução de um nível de integração para outro mais elevado é baseada na integração do nível inferior. Assim, a integração dos aplicativos baseia-se na integração física, e, conseqüentemente, só será possível integrar o negócio se os aplicativos forem integrados.

Partindo-se dessa premissa, são analisados neste subitem conceitos de integração de aplicativos de negócio relevantes para a integração do processo de desenvolvimento de produtos. Considera-se aqui que a infra-estrutura física necessária para a integração dos aplicativos já esteja estabelecida.

A arquitetura cliente/servidor é o modelo computacional necessário para a integração dos aplicativos. A integração dos aplicativos pode ser, basicamente, de dois tipos: homogênea ou heterogênea. Nesses tipos de integração, as bases de dados desempenham um papel extremamente importante. No caso de ambientes heterogêneos, como a maioria dos ambientes de desenvolvimento de produtos, é necessário viabilizar a comunicação entre os aplicativos por meio de uma plataforma de integração, baseada em serviços de *middleware* e no emprego de APIs (*Application Program Interface*). Além disso, é preciso estabelecer padrões para troca de dados, como, por exemplo, o STEP (*Standard for the Exchange of Product Model Data*). Já a integração do negócio depende do conhecimento sobre a empresa, que pode ser expresso em seus modelos. Esses conceitos de integração são detalhados a seguir:

#### 2.4.2.1 Arquitetura Cliente/Servidor

Em uma arquitetura computacional cliente/servidor o armazenamento, o processamento e a apresentação dos dados são distribuídos entre clientes e servidores conectados a uma rede, em vez de serem controlados centralmente (VERNADAT, 1996).

A Figura 15 apresenta cinco diferentes formas de divisão dos componentes de um aplicativo em clientes e servidores. Os componentes de apresentação são a interface (normalmente baseado em elementos gráficos e são usualmente conhecidos por GUI – *Graphical User Interface*) com o usuário; o componente aplicativo contém a lógica de processamento e o componente de gerenciamento de dados armazena e gerencia os dados utilizados pelo aplicativo (LAUDON e LAUDON, 1998).

De acordo com Curran e Keller (1998), os aplicativos cliente/servidor são frequentemente estruturados em uma arquitetura de três níveis (*three tier*), baseada em clientes que contêm o componente de apresentação, em servidores de aplicativos e em servidores de gerenciamento de dados.

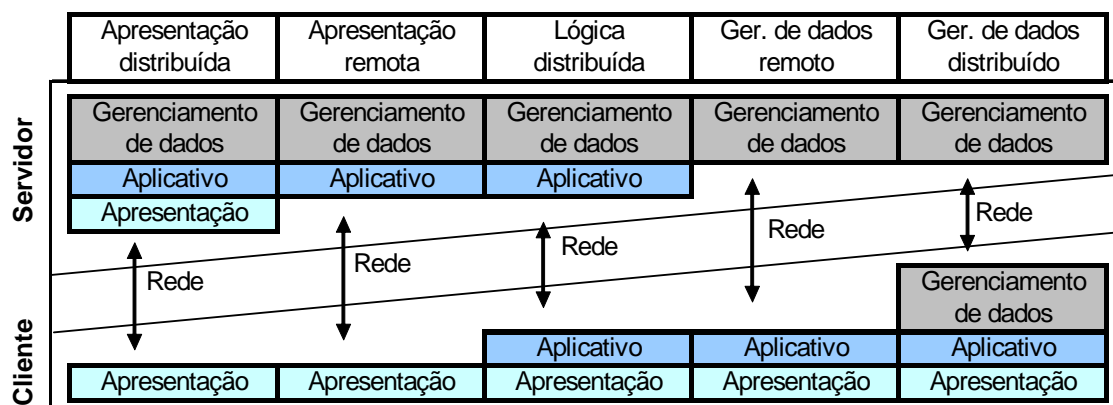


Figura 15: Tipos de arquitetura cliente/servidor

Fonte: Adaptado de Laudon e Laudon (1996)

#### 2.4.2.2 Bases de Dados

Uma base de dados é uma coleção organizada de dados. Para se criar e manter uma base de dados são utilizados sistemas gerenciadores de bases de dados (DBMS – *Data Base Management Systems*) (DATE, 1986).

Um sistema gerenciador de base de dados é composto por três componentes: uma linguagem de definição de dados, uma linguagem de manipulação dos dados e um dicionário de dados. A linguagem de definição de dados é utilizada na especificação da estrutura da base de dados, enquanto que a linguagem de manipulação é empregada diretamente no acesso e na manipulação dos dados (a linguagem SQL – *Structured Query Language* é a linguagem de manipulação de dados mais difundida atualmente). O dicionário de dados é uma ferramenta que contém informações sobre os dados da base (LAUDON e LAUDON, 1998).

Os dados armazenados em uma base de dados podem ser organizados de diversas formas. Três modelos de organização de dados são mais frequentemente utilizados pelos sistemas convencionais de gerenciamento de bases de dados: o modelo hierárquico, o modelo em rede e o modelo relacional (LAUDON e LAUDON, 1998), sendo que esse último é o mais empregado atualmente.

No modelo relacional os dados são armazenados em tabelas bidimensionais formadas por linhas e por colunas. Em cada tabela, as linhas são registros únicos e as colunas são campos do registro. Uma das vantagens deste método é a possibilidade de relacionamento dos

dados de uma base ou tabela com dados de outras bases ou tabelas (LAUDON e LAUDON, 1998).

Deve-se ressaltar que os sistemas gerenciadores de bases de dados relacionais não são adequados para o armazenamento de informações complexas, como é o caso de alguns tipos de dados gerados no processo de desenvolvimento de produtos (desenhos CAD, imagens, entre outros). Para se superar essa limitação, foi desenvolvida recentemente uma nova geração de sistemas gerenciadores de base de dados chamados de *Object/Relational Data Base Management Systems* (ORDBMS). Segundo GRIMES (1998), essa tecnologia é uma evolução das bases de dados relacionais que possibilita o armazenamento de objetos complexos.

A utilização de bases de dados reduz a necessidade de armazenamento redundante de informações. Os sistemas de gerenciamento de base de dados permitem que diversos aplicativos extraiam e manipulem os dados de uma mesma base, sem que seja necessário criar arquivos separados ou definições de dados próprias para cada sistema (LAUDON e LAUDON, 1998). Assim, as bases de dados desempenham um papel fundamental na integração de aplicativos isolados (VERNADAT, 1996).

#### 2.4.2.3 *Middleware*

Segundo Vernadat (1996), o termo *middleware* compreende os *softwares* dispostos em uma camada intermediária entre os sistemas aplicativos e o sistema operacional dos computadores. Tais *softwares* constituem a base necessária para a interoperabilidade entre diferentes tipos de aplicativos distribuídos.

O *middleware* é o responsável por oferecer uma série de serviços para os aplicativos, tais como a comunicação e o intercâmbio de informações entre diferentes aplicativos em uma arquitetura cliente/servidor. Ou seja, o *middleware* é o agente que transmite mensagens (requisições e resultados) entre aplicativos distribuídos que precisam comunicar-se (VERNADAT, 1996).

Como exemplos de *middleware* pode-se citar os padrões ODBC (*Open Database Connectivity*), OLE (*Object Linking Embedding*) e CORBA (*Common Object Request Broker*

*Architecture*). O ODBC é um padrão para a troca de informações entre bases de dados (VERNADAT, 1996).

O OLE é um protocolo para a interoperabilidade de aplicativos baseados no sistema operacional *Windows* (VERNADAT, 1996). Tal protocolo possibilita que informações como gráficos e textos sejam compartilhados por diferentes documentos e aplicativos. O “relacionamento” (*linking*) permite que a informação compartilhada contida em um documento seja atualizada caso ela seja alterada no documento de origem. O “encaixamento” (*embedding*) possibilita a edição da informação contida em um documento, utilizando o aplicativo que gerou a informação (MICROSOFT, 2000).

O padrão CORBA possibilita o gerenciamento de objetos distribuídos e provê serviços essenciais para a transmissão de requisições e respostas entre objetos, ou seja, para a comunicação entre objetos distribuídos (VERNADAT, 1996). Deve-se frisar que o CORBA é uma estrutura aberta, não proprietária, e independente da linguagem de programação até mesmo da plataforma de objetos (PIRES, 1997).

#### 2.4.2.4 API (*Application Program Interface*)

A utilização de APIs disponíveis nos sistemas computacionais facilita a integração de aplicativos. São bibliotecas pré-definidas de funções dedicadas de um sistema computacional que podem ser acessadas tanto diretamente quanto por outros sistemas.

As APIs simplificam o acesso às funcionalidades de um sistema, encobrendo toda a complexidade interna de implantação. Dessa forma, as APIs podem ser utilizadas como um padrão de interface de sistemas computacionais (VERNADAT, 1996).

## 2.5 GESTÃO DA INFORMAÇÃO NO PDP

Após a apresentação dos conceitos de integração e colaboração no desenvolvimento de produtos, este item discutirá algumas questões envolvidas no gerenciamento das informações que são criadas e manipuladas durante o PDP. Primeiramente, abordará estas questões de forma genérica como processos e técnicas de gerenciamento e após, sob a ótica de sistemas de informação de apoio ao PDP.

### 2.5.1 *O Conceito de Informação de Engenharia*

O escopo deste trabalho está limitado a um conjunto particular de informação: a informação de engenharia. Isto é, todo tipo de informação que é criada e manipulada no processo de desenvolvimento de um produto. Exemplos de informações deste tipo são desenhos técnicos, croquis, lista de materiais, processos de fabricação, especificações técnicas, relatórios de testes, informações de mercados, entre outras. Abaixo, serão apresentadas algumas características, classificações e como ocorre o fluxo destas informações de engenharia.

#### 2.5.1.1 Características das Informações de Engenharia

Algumas características das informações de engenharia tornam esse conjunto de informação muito particular, gerando, como consequência, problemas e requisitos específicos para sua manipulação e gerenciamento (PRASAD, 1996b). Algumas destas características serão apresentadas a seguir:

- Heterogeneidade: as informações de engenharia se apresentam em diversos tipos e formatos. Podem ser arquivos eletrônicos, textos, registros de base de dados, etc. Além disso, no caso dos dados eletrônicos, estes geralmente são provenientes de diversos aplicativos distintos, tornando o ambiente ainda mais heterogêneo (PRASAD, 1996b; SVENSSON *et al.*, 1999);
- Alta frequência de criação: o caráter evolutivo e iterativo do processo de desenvolvimento de produto contribui para a grande proliferação de informações. Requisitos de clientes são desdobrados em especificações, croquis, desenhos, detalhamentos e planos, gerando uma grande quantidade de informações (PRASAD, 1996b; SVENSSON *et al.*, 1999);
- Alta frequência de modificação: o PDP é por natureza um processo de experimentação e de resolução de problemas. Dessa forma, as informações estão sempre evoluindo e se modificando (PRASAD, 1996b; SVENSSON *et al.*, 1999);
- Alta complexidade: novos produtos estão se tornando cada vez mais complexos e, conseqüentemente, sua representação através de um desenho ou de uma estrutura de produto também se torna extremamente complexa (SVENSSON *et al.*, 1999);

- Alta granularidade: as informações de engenharia surgem e são necessárias em um grande espectro de granularidade, ou seja, as informações podem ser desde um simples campo de um registro até um complexo arquivo com um desenho técnico ou um relatório de mercado composto por diversas outras informações (MAJUNDER *et al.*, 1994);

Além dessas características, Prasad (1996b) acrescenta que, de modo geral, existe um descuido com o trato das informações, ou seja, as informações não são encaradas como ativos da empresa. Isso acarreta em perda de dados, dificuldade de recuperação e diversos outros efeitos.

#### 2.5.1.2 Classificação das Informações de Engenharia

O caráter granular, heterogêneo e proliferativo das informações de engenharia faz com que assumam diversos tipos, funções e formas. Vários autores apresentam classificações onde a informação de engenharia é decomposta em subconjuntos de acordo com algum critério de classificação. O objetivo da identificação e classificação dessas informações é permitir uma análise de como as informações aparecem no processo e quais suas características, para facilitar o desenvolvimento de soluções de gerenciamento (CHEN e JAN, 2000).

Uma forma simples, porém útil, de classificar as informações de engenharia refere-se a complexidade da estrutura da informação. Cleetus (1995) propõe que os dados que precisam ser compartilhados em um ambiente de engenharia simultânea se encaixam em duas classes: estruturas extremamente complexas e dados simples.

As estruturas complexas de dados são desenhos, esquemas ou modelos geométricos que podem conter milhares de elementos e relacionamentos. Conforme citado anteriormente, este tipo de informação é produzido por aplicativos de engenharia, como os sistemas de Projeto Auxiliado por Computador (*Computer Aided Design – CAD*), Engenharia Auxiliada por Computador (*Computer Aided Engineering – CAE*) e Fabricação Auxiliada por Computador (*Computer Aided Manufacturing – CAM*).

O contrário das estruturas complexas, os dados simples, consistem em elementos numéricos ou alfanuméricos que expressam números de identificação, datas e nomes, por exemplo. Este tipo de informação exige que uma forma de representação comum (por



exemplo, um modelo relacional) seja utilizada para que pessoas e computadores possam acessar os dados (CLEETUS, 1995).

A Figura 16 apresenta algumas diferenças entre os dados simples e as informações complexas expressas em documentos. Estas diferenças se tornam expressivas em alguns aspectos como a idade da tecnologia associada à informação, o tipo de relacionamento, o fluxo típico dos dados, o tipo e o tamanho dos elementos, e o modelo básico de representação da informação.

	DADOS SIMPLES	DOCUMENTOS
Idade da tecnologia	mais de 30 anos	menos de 10 anos
Relacionamentos	simples, estruturados	complexo, disperso
Fluxo	transacional	<i>ad-hoc</i>
Tipos de dados	numérico	multimídia
Tamanho do elemento	pequeno ( <i>bytes</i> )	grande ( <i>megabytes</i> )
Modelo básico	relacional	orientado à objeto

Figura 16: Comparação entre Dados Simples e Documentos

Fonte: Bielawski e Boyle (1997)

Em uma análise de requisitos funcionais para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento colaborativo de dados de engenharia, Chen e Jan (2000) propõem uma classificação que possui o intuito de englobar todas as informações que precisam ser compartilhadas no PDP. Como resultado, as informações foram categorizadas, conforme Figura 17, em informações de fluxo, informações de referência e informações de comunicação.

Informação de fluxo inclui todas as informações de produto e processo de fabricação e dados do processo de negócio do PDP. Exemplos de informações de fluxo de produto e processo são desenhos de engenharia, planos de processo, planos de testes. Basicamente, são os resultados das atividades de engenharia. As informações de fluxo do processo de negócio são aquelas que controlam atividades, por exemplo, ordens de trabalho, propostas, notificações de mudanças, etc.

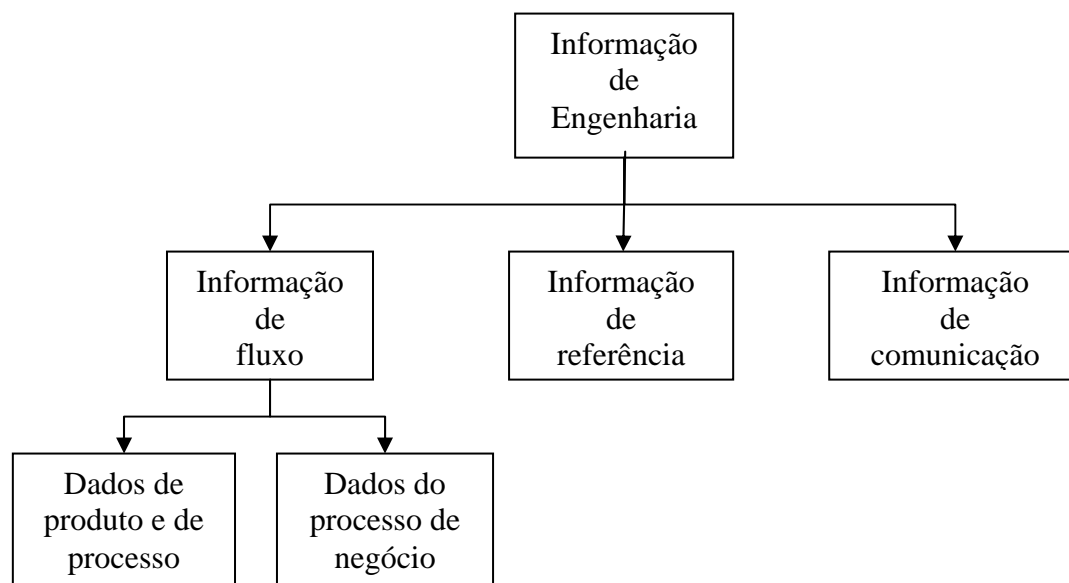


Figura 17: Classificação das informações de Engenharia

Fonte: Chen e Jan (2000)

Exemplos de informações de referência são dados de material, normas e padrões, dados históricos, etc. Informações de comunicação são aquelas compartilhadas durante interações entre pessoas e podem ser transmitidas através de e-mail, conversas por telefone ou discussões (CHEN e JAN, 2000).

### 2.5.1.3 Troca, distribuição e compartilhamento das informações

A seguir serão apresentados os principais padrões utilizados para a troca, distribuição e compartilhamento de informações no PDP.

#### *Formatos Neutros de Representação*

Nos anos 60 e na maior parte dos anos 70, como cada sistema CAD possuía um formato de arquivo proprietário para a representação das informações do produto, a única forma de transferência de informação de um sistema para o outro era através da conversão manual ou através de tradutores bidirecionais. Contudo, com a proliferação dos sistemas CAD e o advento da filosofia da Fabricação Integrada pelo Computador (*Computer Integrated Manufacturing* - CIM), a necessidade por um padrão para representar informações de engenharia se tornou aparente (BHANDARKAR *et al.*, 2000). Dessa forma, foram

desenvolvidos vários padrões ou formatos neutros, que, segundo SYAN (1994) os mais comuns são:

- IGES (*Initial Graphics Exchange Specification*);
- SET (*Standart d'Echange et de Tranfert*);
- VDA-FS (*Verband der Deutschen Automobilindustrie Flachenschnittstelle*);
- PDES (*Product Data Exchange System*);
- STEP (*Standard for Exchange of Product Data*).

O padrão IGES foi um dos primeiros formatos neutros de comunicação entre aplicativos. Este padrão inclui áreas de aplicação como projetos elétricos, mecânicos e projetos de plantas, e suporta a descrição de informações básicas de engenharia, como desenhos e modelos geométricos. Apesar do significativo avanço que esse padrão representou na troca eletrônica de dados ele possui diversas limitações (BHANDARKAR *et al.*, 2000):

- IGES não possui um modelo formal de informação, o que acarreta ambigüidades em alguns casos;
- Existe um problema de conversão incompleta devido às diversas características específicas que cada fornecedor de sistemas CAD incorporou no padrão;
- O padrão não suporta todo o ciclo de vida do produto, pois se limita na representação de desenhos e geometrias;
- O formato IGES não é simples o suficiente para que as pessoas possam compreender e corrigir erros facilmente.

Todas essas razões conduziram para o desenvolvimento de um novo padrão, o STEP, visando superar estas limitações (BHANDARKAR *et al.*, 2000). O STEP é iniciativa mais promissora no sentido de criar um formato neutro de representação de dados do produto. Este padrão começou a ser desenvolvido em 1984, pela ISO (*International Standards Organization*), como norma internacional (ISO 10303) para representação e troca de modelos de dados de produto em uma forma que pudesse ser entendida por pessoas e codificada por computadores. As informações de produto cobertas pelo STEP incluem desde geometrias, tolerâncias, funções elétricas, materiais, até estruturas de produtos e processos de fabricação (VERNADAT, 1996).

A estrutura STEP é baseada em uma arquitetura de três camadas conforme apresentado a seguir (VERNADAT, 1996; BHANDARKAR *et al.*, 2000):

- 1) Camada de aplicação: este nível corresponde à área de aplicação e a seus dados respectivos, tais como, peças mecânicas, circuitos elétricos ou análises de elementos finitos;
- 2) Camada lógica: a camada lógica isola o nível de aplicação do nível físico através do uso de uma linguagem formal de modelagem dos dados, chamada *EXPRESS*, que suporta a descrição textual e gráfica das informações modeladas;
- 3) Camada física: este nível trata do formato neutro do arquivo eletrônico que será usado para a troca de dados.

O STEP utiliza uma linguagem formal de modelagem, chamada *EXPRESS*, para especificar as informações de produto que serão apresentadas. O uso de uma linguagem formal possibilita uma maior precisão e consistência da representação e facilita o desenvolvimento de implementações. Outro aspecto relevante do STEP são protocolos de aplicações (*Application Protocols* - APs) que especificam a representação das informações de produto para cada área de aplicação.

O princípio de intercâmbio de dados STEP é descrito na Figura 18. A troca de dados entre sistemas de diferentes fornecedores é realizada por um arquivo neutro especificado de acordo com o padrão STEP. A conversão dos dados de produto do formato proprietário de um sistema para o arquivo neutro, e vice-versa, é realizada por tradutores (pré e pós-processadores) (VERNADAT, 1996). A possibilidade de intercâmbio de dados entre diferentes aplicativos contribui para a redução de duplicação de dados com formatos diferentes.

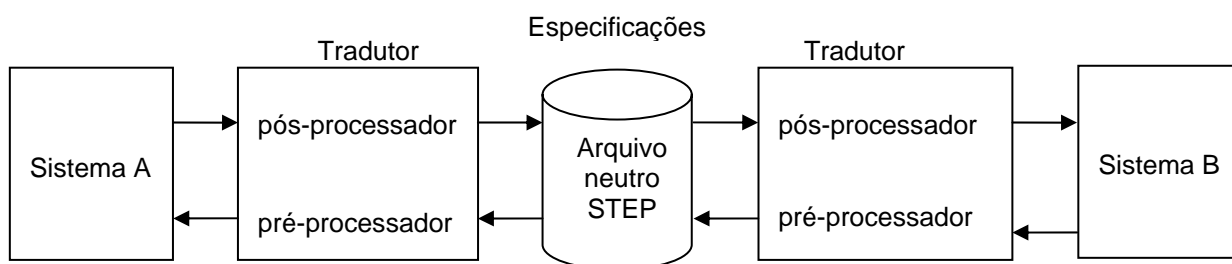


Figura 18: Princípio de troca de dados STEP

Fonte: VERNADAT (1996)

Segundo Vernadat (1996), o padrão STEP tem sido utilizado para componentes mecânicos com sucesso por diversos casos. Além disso, vários aplicativos comerciais estão suportando este padrão.

#### *Bilateral ou Ad-Hoc*

No sistema bilateral ou ad-hoc, aplicativos equivalentes trocam arquivos diretamente através de uma rede ou mesmo através de alguma mídia portátil (ex. disquete) usando um formato proprietário dos aplicativos (TEEUW *et al.*, 1996). Esta é uma solução comum quando uma mesma organização possui diversas plantas espalhadas geograficamente e precisam trabalhar colaborativamente (SCHMIDT, 2000). Uma solução semelhante consiste em utilizar um conversor customizado para transferir um arquivo de um sistema para outro distinto, contudo, muitas vezes esta conversão não é totalmente possível e correções manuais são necessárias (CLEETUS, 1995).

Segundo Schmidt (2000) o maior problema destas soluções está na dificuldade de gerenciar as informações de engenharia, visto que modificações podem ser realizadas nos mesmos arquivos, em locais distintos ao mesmo tempo.

#### *Repositório Compartilhado*

Segundo Teeuw *et al.* (1996), outra possibilidade para troca de dados consiste em utilizar um repositório com acesso compartilhado somente para efetuar a troca de arquivos. Um sistema A deposita o arquivo no repositório compartilhado e o sistema B recupera o arquivo. Cada empresa, A e B, possuem seus próprios repositório de dados e o seu repositório compartilhado é utilizado somente para comunicação (TEEUW *et al.*, 1996). Esta abordagem deve estar associada a alguma das apresentadas anteriormente.

#### *Repositório Comum*

O uso de um repositório comum entre dois sistemas em um ambiente colaborativo, é o último conceito apresentado por Teeuw *et al.* (1996). Neste caso, organizações dispersas compartilham o mesmo local para o armazenamento dos arquivos permitindo o acesso assíncrono por todos os envolvidos.

Schmidt (2000) estende este conceito para o uso de uma base de dados comum com dados básicos de engenharia, com o intuito de garantir a consistência das informações no trabalho colaborativo. Jansen *et al.* (1997) identificaram, em um estudo de caso na indústria eletroeletrônica, o uso de uma base de dados central com uma das soluções adotadas para a distribuição das informações. Contudo, Schmidt (2000) alerta que o principal problema dessa solução está na exigência de um alto desempenho na comunicação da rede, o que inviabiliza sua adoção por muitas empresas médias e pequenas.

### 2.5.2 *Sistemas de Informações no PDP*

Dentre as várias ferramentas de auxílio ao desenvolvimento de produtos, percebe-se a grande importância de algumas que serão melhor abordadas, em função da forte correlação com os sistemas PLM .

#### 2.5.2.1 Sistemas PDM (*Product Data Management*)

Os sistemas PDM são ferramentas que possuem funcionalidades para organizar e controlar todos os dados relativos a produtos e para gerenciar o ciclo de vida de produtos (DICKERSON, 1996).

Os sistemas PDM são tipicamente compostos por um “cofre eletrônico” (vault), uma base de dados e um conjunto de funcionalidades. O vault é utilizado como um repositório para o armazenamento de todos os tipos de informação de produtos. Os dados sobre as informações armazenadas no vault são mantidos na base de dados. Tais dados são manipulados pelas funcionalidades do PDM (MILLER e MENDEL, 1997).

O CIMData (1998) classifica as funcionalidades dos sistemas PDM em um conjunto de funcionalidades principais e um grupo de funcionalidades de apoio. Essas funcionalidades são descritas a seguir:

#### Funcionalidades Principais:

- Gerenciamento de documentos – armazenamento de qualquer tipo de documento eletrônico que descreva o produto em um “cofre” (*vault*) com controle de acesso e gerenciamento de metadados (dados sobre os dados) como, por exemplo, versões, status, histórico de modificações e aprovações;
- Fluxo de trabalho e gerenciamento de processos – definição, controle e automação de processos das organizações;
- Gerenciamento de estruturas de produto – criação de estruturas de produto e gerenciamento de configurações;
- Classificação e recuperação – agrupamento de objetos semelhantes em famílias, e recuperação de objetos por seus atributos;
- Gerenciamento de projetos – planejamento detalhado e controle da execução de projetos (essa funcionalidade ainda é pouco desenvolvida na maioria dos sistemas PDM disponíveis comercialmente).

#### Funcionalidade de Apoio:

- Comunicação e Notificação – notificação automática de eventos críticos e comunicação entre pessoas por meio de serviços de correio eletrônico.
- Transporte de Dados – transporte automático de dados entre servidores e computadores sem necessidade de interferência do usuário;
- Conversão de Dados – conversão de dados entre diferentes aplicativos;
- Serviços de visualização e comentários (*mark-up*) – visualização de vários tipos de documentos sem necessidade de acesso ao aplicativo de origem, e realização de comentários e anotações nos documentos sem alteração do documento original;
- Administração – administração de usuários, de autorizações, de procedimentos de aprovação, entre outros.

#### 2.5.2.2 Sistemas EDM (*Electronic Document Management*)

Os sistemas EDM são aplicativos que controlam o ciclo de vida de documentos eletrônicos e de imagens de documentos (BIELAWSKI e BOYLE, 1997).

Tais sistemas são voltados para a área de manufatura, gerenciando a documentação técnica dos produtos em produção, ou ainda, são direcionados para aplicações gerais que abrangem toda a empresa, como, por exemplo, gerenciando normas e procedimentos internos e controlando publicações técnicas (SWANTON, 1997).

As principais funcionalidades dos sistemas EDM são descritas a seguir (BIELAWSKI e BOYLE, 1997):

- Armazenamento – armazenamento de documentos em um repositório com controle de acessos;
- Conversão – alteração do formato de documentos eletrônicos e digitalização de documentos em papel;
- Localização – procura sistemática de documentos apoiada por mecanismos de busca como, por exemplo, busca Booleana e a localização por sinônimos;
- Criação – criação de novos documentos a partir da utilização de modelos (templates) e padronização de formatos;
- Fluxo de trabalho – programação e execução de fluxos de trabalho;
- Distribuição – realização de anotações (*mark-up*), aumento/diminuição da imagem (zoom) e a impressão em papel, entre outras funcionalidades utilizadas pelos usuários finais de documentos;

#### 2.5.2.3 As Informações de Projeto e os Sistemas de Gestão

A tomada de decisões é uma constante durante todo o PDP, gerando a necessidade de um apoio para o preparo destas decisões, através de meios no qual o conhecimento não só é armazenado ou gravado, mas é também resultante de informações provenientes do diálogo com profissionais ligados ao processo produtivo.

No processo de projeto de produtos, é comum surgirem problemas provenientes da existência de diversos caminhos para se alcançar o objetivo final. O objetivo em si pode ser



definido, mas não há apenas um único caminho para se atingir este objetivo. A escolha do caminho adequado é freqüentemente difícil, porque não há informações suficientes. Às vezes, é necessário seguir caminhos paralelos durante algum tempo. Também, há a possibilidade de que novos caminhos se apresentem à medida que o projeto se desenvolve (CIMDATA, 2001).

Segundo Vasconcellos (1980), o que acaba de ser descrito é característico de atividades executadas nas áreas de Pesquisa e Desenvolvimento, mas não lhe é exclusivo. Há outras atividades humanas que apresentam características semelhantes, como por exemplo, a atividade genérica de projetar, onde também aparecem incertezas e multiplicidade de caminhos, que impõem o recurso à criatividade e à inventividade. Esta é a razão por que os autores que tratam das metodologias de projeto contribuem com muitas idéias úteis para a presente discussão.

A natureza de todas essas atividades impede ou torna muito difícil a utilização de técnicas tradicionais (ex.: redes PERT-CPM) para o planejamento e o acompanhamento do projeto. De fato, na utilização de tais técnicas deve-se subdividir o programa global em atividades, ou tarefas, colocando-as numa seqüência lógica de dependência. O tempo de execução de cada atividade é avaliado e depois as atividades e os relacionamentos entre elas são representados num diagrama, a partir do qual se deduz o tempo total para a realização do programa global, as datas de início e fim de atividades, etc. Esta técnica tem utilização prática freqüente na área industrial.

Uma análise cuidadosa conduz às condições que devem ser satisfeitas para que tal técnica tenha bom êxito. Estas condições são: definição completa de todas atividades, conhecimento do volume de trabalho que se deve dedicar a cada atividade, existência de estimativas válidas do tempo que cada atividade leva para ser executada, possibilidade de as atividades serem ordenadas em uma seqüência lógica e perspectiva de que o término de cada atividade represente um passo à frente para a execução do programa global.

Acontece, porém, que dificilmente algumas das condições citadas é satisfeita integralmente. O objetivo final pode ser claramente definido, mas uma grande parcela das atividades é mal definida, e nem se sabe de antemão se todas as tarefas são realizáveis. Muitas tarefas são influenciadas por tantas variáveis que é difícil estimar os tempos de realização. A presença de caminhos alternativos torna difícil a apresentação gráfica das atividades, de forma

útil para a análise. O término com êxito, de certas atividades não significa um passo definido à frente na execução do programa geral.

Precebe-se ainda a necessidade de dispor de metodologia diferente, que leve em conta as características peculiares no desenvolvimento de projetos, considerando suas influências diretas no processo produtivo, reduzindo as despesas no projeto.

Conforme Huthwaite (1992), o projeto do produto consome tipicamente uma pequena parte do orçamento quando comparado às despesas totais da corporação. O projeto do produto também representa uma pequena porcentagem, por vezes tão baixa quanto 5% do custo real do produto. Custos de material, mão de obra, ferramental, e processo e manufatura são em geral, bem maiores.

Este tipo de abordagem, não contempla um ponto fundamental, ou seja, o impacto real do projeto do produto não pode ser medido como custo direto, mas pela forma com a qual esta função influencia a manufaturabilidade do produto.

Custos de material podem ser reduzidos através de um esforço agressivo nas negociações com fornecedores, custos de mão de obra podem ser reduzidos através de melhorias em termos de produtividade, custos por unidade podem ser reduzidos através de melhorias realizadas nos processos produtivos.

Os benefícios de um projeto competitivo são tão maiores quanto mais cedo se prevêm suas dificuldades. O custo de um desenvolvimento aumenta em múltiplos de dez, à medida que o projeto progride em suas etapas, conforme estima Huthwaite (1992).

Os sistemas de gerenciamento de projetos possuem funcionalidades que possibilitam o planejamento detalhado (definição das atividades, determinação dos prazos de realização, alocação de recursos e avaliação dos custos envolvidos) e o controle da execução de projetos.

São funcionalidades típicas dos sistemas de gerenciamento de projetos: a definição de WBSs (*Work Breakdown Structures*), o estabelecimento de redes de atividades, a determinação de marcos de projeto (*milestones*), a visualização das atividades em gráficos de *Gantt* e PERT, o cálculo do caminho crítico, a alocação de recursos às atividades, o nivelamento da utilização de recursos, a estimativa de custos, o acompanhamento da execução e a geração de relatórios de projetos (MICROSOFT, 2000; DRAGER, 1998, PRIMAVERA, 2000).

Além das funcionalidades típicas, os sistemas gerenciadores de projetos apóiam a publicação de informações de projetos em páginas da Internet (MICROSOFT, 2000; PRIMAVERA, 2000). Os gerenciadores de projetos também podem ser módulos constituintes de sistemas ERP e PLM (DRAGER, 1998; SAP, 1998a).

#### 2.5.2.4 Sistemas CAD/CAE/CAM

A definição de CAD já está nas suas iniciais, ou seja, projeto auxiliado pelo computador. Apesar da acrossemia CAD incluir o termo *design* (projeto), observa-se que são poucos os casos em que o computador projeta alguma coisa, servindo mais como uma ferramenta de auxílio à confecção de desenhos de engenharia, sendo que sua maior contribuição ocorre no modelamento e detalhamento desses desenhos. Em alguns sistemas CAD, o termo *design* foi trocado por *drafting*, tal sua aplicação com elemento puramente voltado à documentação do projeto, o que em alguns casos, pode levar a uma subutilização do sistema.

As vantagens oferecidas pelos sistemas CAD no apoio ao projeto podem ser comprovadas em muitas de suas etapas, indo desde a documentação e apresentação do produto, com melhoria da qualidade dos desenhos, diminuição de tempo e custos e aumento de produtividade geral, até um melhor gerenciamento do projeto.

Por outro lado, os sistemas CAD somente podem ter seu potencial totalmente aproveitado, se estiverem integrados ao processo produtivo como um todo. Em uma estrutura integrada, o CAD proporciona, além dos ganhos intrínsecos ao projeto, um aumento da eficiência das funções relacionadas ao planejamento, fabricação e qualidade, conforme mostra a Figura 19.

Outros sistemas que atuam na área de cálculos de engenharia são chamados Engenharia Auxiliada por Computador (*Computer Aided Engineering - CAE*), onde são realizadas as atividades do tipo análise estrutural por elementos finitos, análise de escoamento, tensões, entre outros. Existem algumas tentativas relacionadas ao desenvolvimento de sistemas que realmente possam tomar decisões no projeto, a grande maioria delas é baseada em técnicas de inteligência artificial. Porém, devido às dificuldades em capturar a lógica do processo de desenvolvimento de um projeto e à quantidade de dados envolvidos, a tarefa se torna bastante complexa.

Segundo Silva (1990), para fazer uma revisão dos sistemas CAD/CAM, devem ser consideradas 3 décadas a partir de 1958. O primeiro período foi dominado pelas pesquisas militares, sendo que o *hardware* desenvolvido na época (1963) ficou limitado às pesquisas nas universidades por questões práticas de custo-benefício.

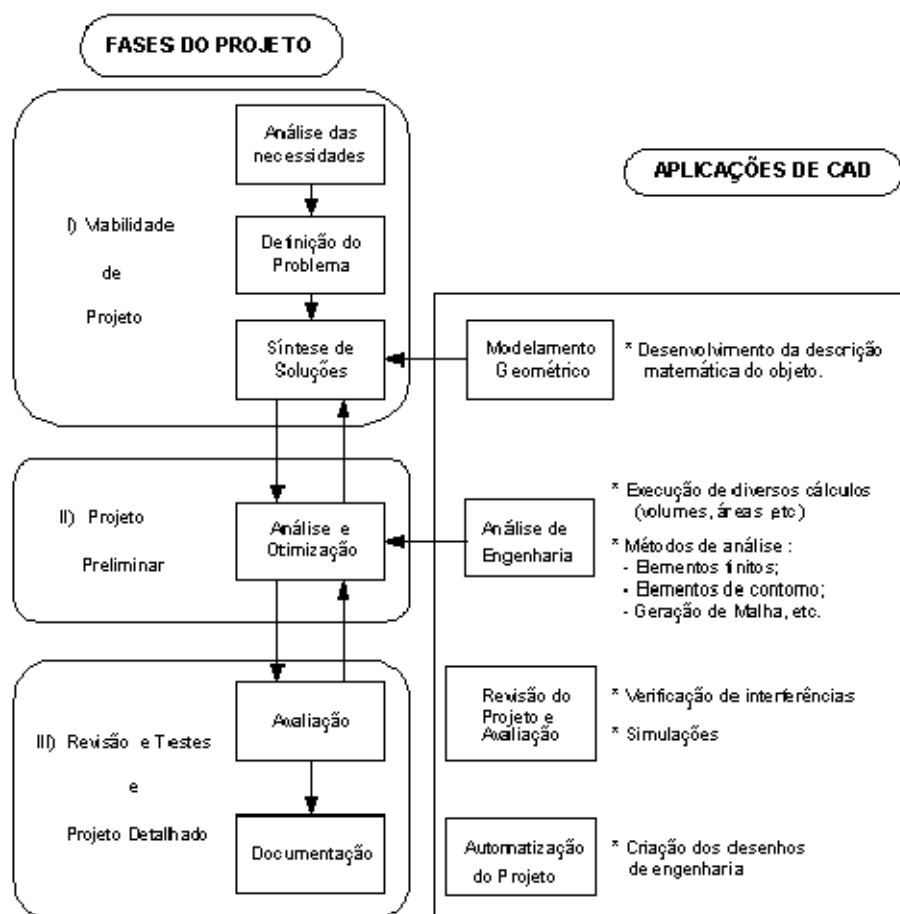


Fig 19: Áreas de aplicação de CAD  
Fonte: Silva (1990)

O segundo período foi caracterizado por um crescimento explosivo dos sistemas CAD. Em termos de inovação de *software*, foram verificados avanços nos sistemas operacionais, nas linguagens e nas ferramentas gráficas. Também foram adotados os sistemas modulares. Surgiram sistemas integrados projeto-manufatura, para a indústria eletrônica, microeletrônica, e manufatura com máquinas CN (Controle Numérico).

No terceiro período, houve uma maior ênfase na manufatura. Intensificou-se o uso de robôs em células de manufatura e montagem, e a integração em todos os aspectos das indústrias.

No mundo todo, problemas diferentes levaram diferentes grupos a tomarem caminhos diversos. Na Europa preocupou-se com CAD e interatividade. Os EUA tomaram o caminho dos computadores de grande porte e das primeiras máquinas CN.

No final da década de 70, com a extensão das atividades da comunidade europeia nas áreas de tecnologia avançada passaram a acontecer encontros regulares liderados pela França, Alemanha e Inglaterra, durante os quais chegou-se a um consenso quanto a natureza e importância do CAD. Desses encontros surgiu um estudo que definiu claramente o impacto que a tecnologia teria sobre a indústria e a sociedade, em particular, as mudanças drásticas no preparo e treinamento da mão-de-obra especializada.

Os primeiros sistemas CAD foram motivados pela necessidade de interagir com o computador de uma maneira mais eficiente. Ouviu-se falar muito de interfaces homem-máquina e da necessidade de se desenvolver idéias criativas usando recursos gráficos para computação visual.

Um grande esforço foi realizado para desenvolver a visualização e o modelamento 3D, pois transformar idéias em coisas concretas significa descrever e definir objetos 3D. Ao mesmo tempo, como a definição de um objeto envolve grandes e variadas descrições de produto e material, e em muitos casos a geração de um vasto volume de dados, muita atenção foi dada a natureza e estrutura das bases de dados para abranger todas essas informações.

Entretanto, esta estruturação das bases de dados teve maior ênfase na forma de organizar e acessar arquivos contendo seus desenhos, bem como também numa forma mais interativa com relação ao manuseio do *software* por parte do projetista, deixando um pouco de lado a questão referente à integração e interoperabilidade destes sistemas.

Com o advento das novas ferramentas tecnológicas, passou-se a gerar informação com uma velocidade muito maior que anteriormente, e isso propiciou em muitos lugares o aparecimento de problemas na busca da informação. Não se conseguia mais localizar a informação desejada, e quando se conseguia era à custa de muito tempo perdido. Às vezes não se tinha certeza da confiabilidade do documento por não se saber se a versão era realmente a última editada, ou pela falta de dados importantes do tipo: quem era o responsável pela revisão, quem era o projetista, quando foi liberado aquele documento, etc. Somado a isto, verificou-se a problemática da transferência de arquivos, onde fornecedores ou parceiros de negócio não conseguiam acessar tais informações de projeto, muitas vezes falha pela falta de

integração destes sistemas, ou pela falta de confiabilidade da rede (infra-estrutura) instalada pela empresa. Considerando esta problemática, os sistemas PLM surgem como forma de melhoria no fluxo de informação de projeto na gestão do ciclo de vida do produto.

Aliado aos problemas já citados, nota-se hoje que quase a totalidade destes *softwares* não eram adequados às necessidades emergentes da engenharia simultânea, pois eram desintegrados do processo, e assim, não conseguiriam diminuir o ciclo de desenvolvimento do produto, afetando diretamente o *time to market*, principal fator de competitividade do PDP.

Várias empresas que sentiram todos estes problemas de perto, como Xerox, HP, Lockheed e outras, começaram a enviar esforços para solucionar todos estes problemas, cada uma à sua maneira. Destes esforços derivaram os sistemas chamados EDMS (*Engineering Data Management Systems*) e os PDM (*Product Data Management*).

Enquanto os sistemas EDMS derivaram de antigos sistemas de controle de documentação rasterizada e microfilmada, os sistemas PDM foram os sucessores naturais de sistemas de gerenciamento de arquivos gerados pelos *softwares* de CAE, CAD e CAM.

Hoje a tendência está-se revelando pela união dos pontos fortes de cada uma destas tecnologias agregados em sistemas chamados *Product Lifecycle Management* (PLM). Por tratar-se de um assunto relativamente novo e ainda pouco abordado na literatura, faz-se no próximo Capítulo, um apanhado geral sobre como ocorre a gestão do ciclo de vida do produto e quais as principais características dos sistemas PLM.

### 2.5.3 *Situação dos Ambientes Integrados de Desenvolvimento de Produtos*

Até o momento, os ambientes de desenvolvimento de produtos foram baseados na implantação e utilização de sistemas CAD/CAE/CAM. Nem sempre esses sistemas são integrados.

A literatura descreve problemas e limitações dos atuais ambientes integrados de desenvolvimento de produtos, entre os quais pode-se citar:

- A utilização de sistemas CAD/CAE/CAM e de Planejamento de Recursos de Materiais (Materials Resource Planning – MRP) não integrados possibilita a automação de algumas

atividades de desenvolvimento de produtos, mas os dados do produto continuam sendo armazenados em base de dados segmentadas, e, na maioria das vezes, as atividades são realizadas individualmente pelos departamentos (PRASAD, 1996). A falta de integração resulta em “ilhas de automação”.

- A integração de “ilhas de automação” ocorre, geralmente, por meio de uma abordagem “um-a-um”, ou seja, pelo desenvolvimento de interfaces específicas para cada par de sistemas que precisam ser integrados (JARDIM-GONÇALVES *et al.*, 1997). Essa abordagem de integração apresenta inúmeras desvantagens como o alto custo de desenvolvimento e de manutenção.

- A troca de informações entre os sistemas CAD/CAE/CAM também é dificultada pela incompatibilidade entre os múltiplos formatos de dados existentes e pelos problemas decorrentes dos processos de conversão de dados (HAMERI e NIHTILÄ, 1998).

- A conversão de dados baseada nas normas e padrões disponíveis atualmente (IGES, VDA-FS, DXF, entre outras) resulta frequentemente em perda de informações e em necessidade de retrabalho (SCHÜTZER e SOUZA, 1999).

- O padrão STEP, desenvolvido pela ISO para o intercâmbio de dados do produto entre diferentes sistemas, ainda é pouco conhecido e utilizado (SCHÜTZER e SOUZA, 1999).

- A incompatibilidade entre os formatos de dados existentes e a falta de padronização também dificultam a troca de dados entre clientes e fornecedores no desenvolvimento de produtos (HAMERI e NIHTILÄ, 1998; SCHÜTZER e SOUZA, 1999).

- A intensa utilização de sistemas de engenharia não integrados leva à proliferação descontrolada dos dados de produto (GASCOIGNE, 1995), dificultando a localização dos dados gerados, o controle de acesso e o gerenciamento de versões.

- Os sistemas PDM, considerados como viabilizadores da Engenharia Simultânea e da integração no desenvolvimento de produtos (GASCOIGNE, 1995), ainda não são utilizados em sua totalidade (OMOKAWA, 1999).

- As atuais implantações de sistemas PLM não apóiam o gerenciamento de dados ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Tais sistemas não gerenciam os dados da fase de produção e possuem lacunas com relação ao gerenciamento de projetos (CIMData, 2003).

Na busca de soluções para os problemas citados acima deve-se considerar o surgimento dos sistemas PLM, que incorporam uma série de funcionalidades de desenvolvimento de produtos e que estes sistemas estão se tornando a “espinha dorsal” dos sistemas de informação das empresas (CUNHA, 2001).



### **3. GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO - PLM**

A seguir, serão abordados os conceitos, a evolução e principais funcionalidades e tecnologias dos sistemas PLM. Por último, são apresentadas as vantagens da implantação destes sistemas no PDP.

#### **3.1 CONCEITUALIZAÇÃO DO PLM**

O contexto de competitividade ensejado pela globalização tem levado as indústrias a aumentarem a busca por contínua inovação e melhoria nos seus produtos e processos de fabricação. Zaccarelli (1995) ressalta que uma empresa deve buscar novas tecnologias, novos mercados e novos métodos de gestão dos processos de negócio e de integração total das cadeias de valor da empresa, clientes e fornecedores.

Dentro deste contexto, as companhias perceberam a necessidade de dar melhor tratamento às atividades relacionadas à estruturação de seu Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), passando a empregar, mais recentemente, o conceito de gerenciamento completo do ciclo de vida do produto (*Product Lifecycle Management* – PLM), desde a concepção até a descontinuidade completa da produção do mesmo.

A aplicação deste conceito de gerenciamento implica, entre outros condicionantes, a adoção de base de dados única, padronizada e sistematizada de dados sobre todo o ciclo de vida de cada produto produzido pela empresa, requerendo, provavelmente, a utilização de sistemas de gerenciamento informatizado (CUNHA, 2003).

Estes sistemas tornam-se, progressivamente, ferramentas essenciais no desenvolvimento de novos produtos. Segundo Horta e Rozenfeld (2001), com a consolidação da *Internet* como novo ambiente de negócios, surge uma nova abordagem que propicia a gestão efetiva do produto durante todo o seu ciclo de vida, desde o gerenciamento do portfólio, a conceituação, o desenvolvimento em ambientes colaborativos, a gestão das mudanças e todo o planejamento e suporte, até à obsolescência do produto, chamado de Gestão do Ciclo de Vida do Produto (*Product Lifecycle Management - PLM*).

De acordo com Garetti *et al.* (2002), PLM é “a capacidade de gerenciar, coordenar e executar todas as atividades de engenharia e gerenciamento durante todo o ciclo de vida do produto para entregar o produto final com o melhor custo de aquisição e utilização”. Para este autor, o conceito de PLM integra uma variedade de disciplinas, métodos, ferramentas e sistemas, desde Desenvolvimento de Produto e Sistemas de Fabricação com suas atividades e ferramentas (CAD, CAPP, CAE, CAM, PDM) até Sistemas de Gerenciamento (ERP, MRP, CRM, SCM).

Segundo CIMData (2002), o PLM ou Gestão do Ciclo de Vida dos Produtos é um conceito que gerencia todas as informações de um produto, proporcionando às empresas uma significativa redução nos custos do projeto, já que diminui o risco de tentativa e erro na criação de um produto, diminuindo o *time-to-market*, lançando produtos inovadores e de qualidade de forma mais rápida e eficiente. O conceito ainda permite, devido a sua flexibilidade, melhorar o relacionamento entre os clientes, fornecedores e parceiros, que passam a ter acesso a informações sobre o processo e estratégias utilizadas na produção de forma mais rápida e segura.

Por ser focado no gerenciamento completo do produto ao longo do seu ciclo de vida, incluindo as áreas mecânica, eletrônica, *softwares*, documentação de componentes e processos, o PLM é uma abordagem que incorpora uma série de métodos de “melhores práticas” e tecnologias como de gerenciamento dos dados do produto (*Product Data Management – PDM*), colaboração, comércio colaborativo (CPC), visualização, integração das aplicações da empresa (*Enterprise Application Integration – EAI*), gerenciamento da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management– SCM*), entre outras.

Exemplos de tais informações são: configurações do produto, arquivo para manutenção e serviços dos produtos, plantas dos projetos, modelos geométricos, definição de

partes e outros dados de projeto, módulos de *softwares*, anotações audiovisuais, imagens escaneadas, especificações técnicas, determinações/requisitos de segurança e regulatórios, documentos impressos, planos de processos e roteamento das estações de trabalho, documentos eletrônicos, *workflow* para gerenciamento das alterações, etc, apresentadas na Figura 20:

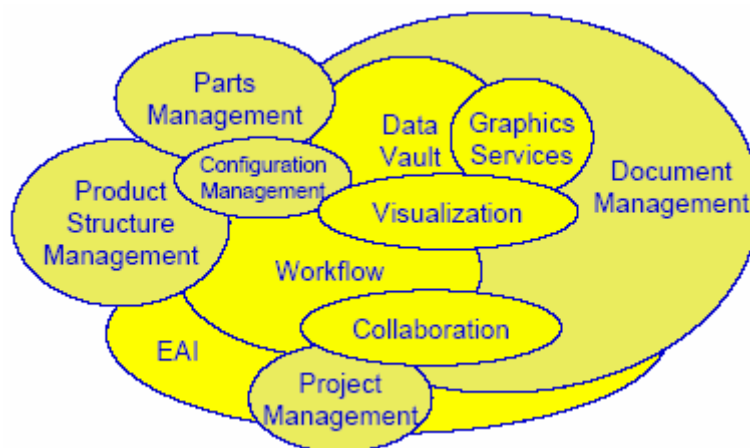


Figura 20: Funções e Tecnologias que suportam o PLM

Fonte: CIMData (2002)

Através dos anos, diferentes aplicações foram desenvolvidas por fornecedores de *softwares*, tais como, soluções para gerenciamento da configuração, controle de alterações de engenharia, configurações do produto, etc. Tais aplicações baseiam-se no conceito de soluções de PDM e estendem estas aplicações, desenvolvendo soluções baseadas em problemas específicos.

Soluções de PLM são compostas de diversas aplicações específicas, em combinação com metodologias de negócio e processos, extensão de modelos de dados pré-desenvolvidos e implementações focadas no desenvolvimento de problemas específicos do negócio. Este foco em soluções completas é o significado pelo qual provedores de soluções estão propondo melhores práticas (*best practices*) para problemas específicos no PDP das empresas e provendo enorme valor agregado nas implantações destas soluções. No entanto, estas soluções ainda são muito focadas em problemas específicos e não conseguem contemplar a solução completa de sistema PLM (CIMData, 2002).

Na visão de Cunha (2003), o conceito de PLM baseou-se em algumas metodologias desenvolvidas nas últimas décadas, como a Engenharia Simultânea - também conhecida como

Engenharia Concorrente (EC) - e o Desenvolvimento Integrado de Produto (DIP). A primeira ofereceu uma maneira de preencher a lacuna existente entre o projeto e a fabricação do produto, operando sobre equipes interfuncionais, tornando viável também a redução do tempo para introdução do produto no mercado (time-to-market – TTM). Como expansão deste conceito, profissionais das áreas ditas não-técnicas foram trazidos para a equipe de desenvolvimento de produto, idealizando o conceito do Desenvolvimento Integrado de Produto. Estas metodologias surgiram como bases do conceito de PLM, que engloba pessoas de todas as áreas e de todas as funções intervenientes no Processo de Desenvolvimento de Produto (natureza transdisciplinar) e supõe o processo de desenvolvimento de produto como uma constante cíclica presente na vida da empresa.

Segundo Ausura e Deck (2003), as características do conceito de PLM contemplam todos os aspectos de gerenciamento do produto e do portfólio, incluindo processos de gerenciamento, tais como a priorização do portfólio e o gerenciamento de recursos e de processos operacionais, gerenciamento dos requisitos do produto, gerenciamento das alterações de engenharia, gerenciamento dos dados do produto e, até mesmo, o gerenciamento dos pedidos, como pode ser visto na Figura 21.

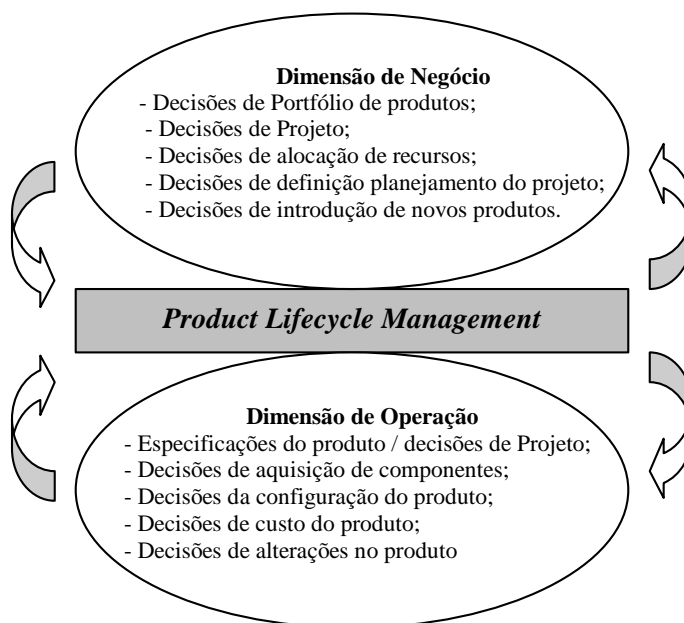


Figura 21: Gestão do Ciclo de Vida do Produto (PLM)

Fonte: Ausura e Deck (2003)

Portanto, na visão destes autores, percebe-se a divisão dos sistemas que aparecem sob a mesma denominação PLM em duas categorias, a saber: (1) sistemas de dimensão operacional do desenvolvimento de produto, como o CAD e o PDM; e (2) sistemas de gerenciamento do negócio, com base no gerenciamento de projetos (incluindo-se, eventualmente, a utilização do conceito de *stage-gates*, que requerem alta tecnologia e rápido fornecimento da informação para operação). Pode-se perceber uma clara distinção entre estas duas dimensões, mas também uma mistura de muitos dos sistemas associados na integração da solução. O grande desafio para os sistemas PLM, neste contexto, é conseguir que estas duas áreas principais sejam mantidas distintas, e, contudo, interconectadas, de modo que as pessoas possam acessar a informação de que necessitam para a tomada de decisões críticas inerentes ao planejamento do produto.

Ainda com vistas ao surgimento do conceito de PLM, pode-se encontrar, em relatórios e boletins eletrônicos publicados pelo grupo Jonh Stark Associates (2004), interessantes discussões a este respeito. Numa de suas mais recentes publicações, é sugerido que a eventual paternidade do conceito de PLM seja proveniente da área de *marketing*, mais precisamente com base nos mais de 101 estudos e publicações realizados por Philip Kotler, conhecido autor da área de *Marketing*, ligado à Universidade de Illinois. Por esta visão, a origem do conceito estaria sendo deslocada das áreas de engenharia e gestão para a área de *marketing*. Note-se que a visão predominante do pessoal daquelas áreas é a de que o berço do conceito de PLM seria a área técnica, onde surgiram os conceitos de PDM e de ERP. Segundo o autor deste comentário, Chris Hawver (2004), a operacionalização do conceito do PLM na área de *marketing*, deveria ser realizada nas empresas através da utilização de sistemas de relacionamento com o cliente (segundo o conceito do *Customer Relationship Management* – CRM).

### **3.2 A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO**

Considerando as duas últimas décadas, avanços tecnológicos possibilitaram uma nova perspectiva para a gestão dos negócios. Durante a década de 80, a expansão e popularização da microinformática acarretaram a presença da informatização industrial na atividade de desenvolvimento de produto (BLESSING, 1994) e as empresas sentiram a necessidade de um

gerenciamento mais eficiente dos dados, da estrutura do produto e da automação das Ordens de Alteração de Engenharia (*Engineering Change Orders* – ECOs).

As primeiras soluções comerciais surgiram das próprias provedoras de Sistemas CAD, como uma extensão de seus sistemas. Tal tecnologia era destinada inicialmente a auxiliar o trabalho de produção de desenhos dos produtos. Mais tarde, agregaram-se a essa ferramenta outros tipos de *softwares*. Primeiramente, desenvolveram-se aplicações destinadas à operação sobre os modelos geométricos de objetos gerados a partir dos sistemas de CAD, como é o caso dos Sistemas CAE (CUNHA, 2003).

A partir deste momento, de uma extensão, caracterizada em sua maioria por módulos extras, essas soluções passaram a produtos independentes. Começara então uma nova perspectiva para a gestão do produto e gerenciamento da informação, com a primeira geração de Sistemas PDM (DICKERSON,1996). Esta primeira geração dos sistemas PDM foi desenvolvida para reforçar procedimentos convencionais de engenharia, controlando apenas procedimentos e processos bem definidos, como a aprovação de desenhos (OMOKAWA, 1999).

A segunda geração de sistemas PDM caracterizou-se por apresentar diversas funcionalidades adicionais, advindas da maior experiência com projetos de implementação e inovações tecnológicas. Segundo CIMData (1998) *apud* Rozenfeld (1998), suas principais funcionalidades seriam a gestão da estrutura do produto, dos documentos e informações de produto e processo, a identificação e classificação de itens, além da gestão integrada de projetos.

Também por volta do final da década de 90, surge uma nova perspectiva em relação à gestão dos dados dos produtos, com o desenvolvimento dos Sistemas de Gestão Integrada de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning* -ERP) - assumindo o papel principal na automação da informação gerencial.

Resultado de uma evolução dos sistemas de Planejamento de Necessidades de Material (*Materials Requirements Planning*) MRP e MRP-II, adicionando soluções em gestão de finanças, de controladoria e de recursos humanos associadas às de produção, os sistemas ERP continuaram sua expansão de funcionalidades sob a bandeira da integração total dos processos de negócio da empresa. Os fornecedores dos sistemas desenvolveram, então, vários tipos de módulos para a gestão da informação de interesse à administração do processo

produtivo, muitos dos quais vieram a incorporar as principais funcionalidades dos sistemas PDM (ROZENFELD, 1998).

Essa superposição de funcionalidades entre sistemas ERP e PDM promoveu diversas propostas no sentido de permitir o melhor uso da integração dos sistemas. O resultado dessa visão integrada das informações do produto gerou a possibilidade de efetiva gestão de toda a informação relativa ao ciclo de vida do produto, proporcionando a geração do conceito de PLM. Esta abordagem também se baseia na necessidade de melhorias como a redução do *time-to-market* e a efetiva gestão dos projetos e portfólio de produtos.

O conceito de *e-PLM* foi proposto inicialmente pela AMR (*Advanced Manufacturing Research*) - e adotado por diversos fornecedores de soluções de gestão informatizada, como a SAP (*Systemanalyse and Programmentwicklung* - Sistemas, Aplicações e Produtos para Processamento de Dados) e a *Parametric Technology Corporation* (PTC). Cunha *et al.* (2003) definem *e-PLM* como a denominação para a ferramenta de gestão da informação concebida para dar suporte à implementação do conceito de PLM.

Essa nova solução, presumivelmente uma evolução natural dos sistemas PDM, incorpora aplicações *web-based*, tornando-se um sistema sob a plataforma da *Internet*, parte integrante ou integrada ao sistema de gestão da empresa (MILLER, 2000).

### 3.3 FUNCIONALIDADES E TECNOLOGIAS DOS SISTEMAS PLM

O modelo proposto pela CIMData (2002), conforme ilustrado abaixo, representa os vários elementos dos sistemas PLM. Os componentes mais abrangentes incluem um grupo de tecnologias fundamentais que suportam as principais funções do PLM, que de fato, suportam aplicações e focam em soluções do negócio.

O modelo da Figura 22 (CIMData, 2002) propõe que as tecnologias fundamentais suportam as principais funções do PLM, que são descritas a seguir, e possuem interface com o ambiente operacional. As tecnologias fundamentais incluem: troca de dados, transporte de dados, administração do sistema, comunicação e notificação, visualização, colaboração e integração das aplicações da empresa.

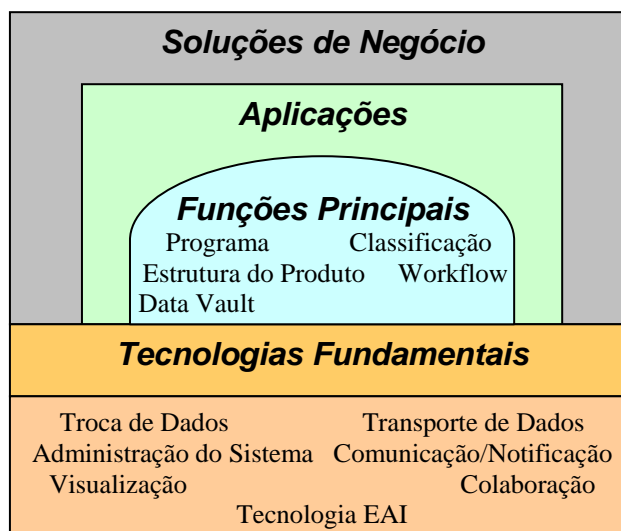


Figura 22: Modelo de um sistema PLM

Fonte: CIMData (2002)

As funções principais do PLM possibilitam a interface do usuário com as informações de projeto em diferentes níveis de acesso, incluindo, entre outras funções, o armazenamento, recuperação e gerenciamento de dados. Estas funções são divididas em cinco categorias, a saber:

- “Cofre” de Dados (*Data Vault*) e Gerenciamento da Documentação
- *Workflow* e Gerenciamento do Processo
- Gerenciamento da Estrutura do Produto
- Gerenciamento da Classificação
- Gerenciamento do Projeto ou Gerenciamento do Programa

Uma aplicação de um sistema PLM é a combinação de uma ou mais funções principais do PLM, dentro de uma aplicação alvo que provém um conjunto de capacidades para oferecer uma necessidade específica de gestão do ciclo de vida de um produto definido. Exemplos de aplicações incluem gerenciamento da configuração, controle de alterações, *workbenches*, entre outras (CIMData, 2001a). Em termos gerais os sistemas PLM são compostos por:

- *Electronic vault* ou repositório de dados, incluindo arquivos gerenciáveis ou meta-dados;
- Um conjunto de funcionalidades, formada de tecnologias fundamentais, funções principais e aplicações;
- Um conjunto de interfaces com usuário utilizadas por indivíduos acessando o sistema;
- Uma ou mais soluções de negócio, com foco na resolução de um problema específico.



Sistemas PLM devem utilizar um sistema de gerenciamento de banco de dados para manter informações do tipo: meta-dados, configurações do produto e processo e informações administrativas, conforme apresentado na Figura 23. A maioria dos sistemas PLM, utilizam hoje sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais (*Relational Database Management Systems - RDBMSs*). No entanto, a evolução de gerenciamento de dados é um paradigma para a orientação a objetos. Isto é entregue tanto utilizando um sistema de gerenciamento de dados orientado a objetos (*Objected-Oriented Database Management System - OODBMS*) ou através da inclusão de orientação a objetos nos sistemas RDBMS (CIMDATA, 2002).

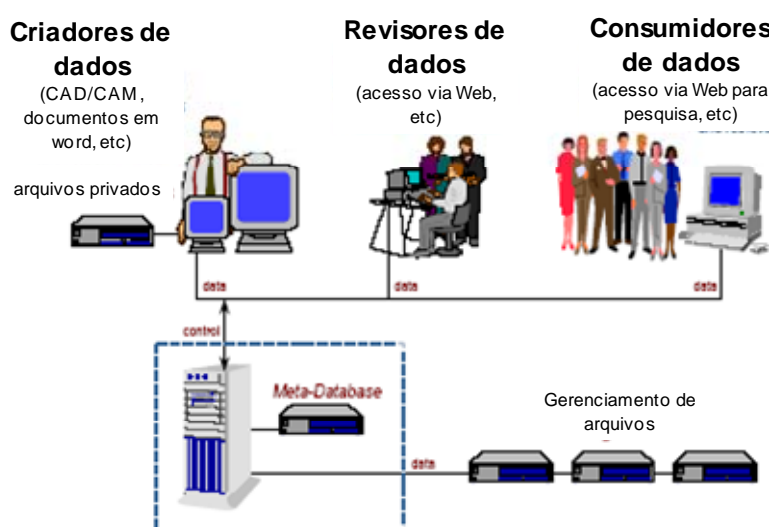


Figura 23: Gerenciamento de arquivos contemplado nos sistemas PLM

Fonte: CIMData (2002)

### 3.3.1 O ambiente para suportar a implantação do PLM

Empresas distribuídas geograficamente, competindo na era da globalização, podem se beneficiar no gerenciamento de seu PDP para prover posicionamento centralizado e controle dos dados administrados localmente. Arquiteturas do tipo *Federated Architectures* habilitam a localização e recuperação dos dados localizados em diferentes *sites*, além de prover um índice comum, assegurando singularidade de dados (CIMDATA, 2003).

Esta dispersão geográfica entre a fábrica (que possui as tecnologias de fabricação do produto) e o projeto de produto (onde se encontra o capital intelectual do produto) é atualmente uma tendência das grandes multinacionais. Tal estrutura é chamada *Contract Manufacturing* – CM e pode ser exemplificada com empresas como a *Nike*, que possuem fábricas instaladas em todo o mundo e separadas da parte de projeto do produto (KRONMEYER *et al.*, 2003).

A utilização de redes de computadores permite estes usuários dispersos acessarem dados a partir da utilização de um repositório comum e a comunicação de alterações do produto rápida e facilmente como se estivessem instalados na mesma localidade, em tempo real.

Segundo Vidal (1995), “as informações estratégicas, táticas e operacionais fluem, para cima e para baixo nos níveis de gerência da empresa. Algumas informações e ações criam fluxos laterais de um componente operacional da empresa para outro.” Os microcomputadores tornam possível a automação de procedimentos administrativos, operacionais e gerenciais; no entanto, estas facilidades fazem com que os executivos, muitas vezes, recebam extensos relatórios extraídos de várias fontes com informações, que podem até ser conflitantes entre si. Por este motivo, é que os mesmos clamam por soluções que possam lhes fornecer informações confiáveis para a tomada de decisões estratégicas e prioritárias. A tomada de decisão não é uma atitude isolada, pois depende da empresa como um todo. É necessário efetuar uma análise da decisão, verificando se esta atitude não causa problemas em outras áreas da empresa. O fluxo da informação não é, necessariamente, hierárquico, ele pode transcorrer em todos os sentidos. A partir do momento que a empresa trabalha em rede, as informações são disseminadas e as decisões podem ocorrer em qualquer nível, desde que a mesma esteja habilitada.

Além disso, diversos tipos de computadores (*mainframes*, mini-computadores, *workstations* e computadores pessoais) são tipicamente utilizados durante o ciclo de vida do produto ou processo, incluindo sistemas utilizados pela engenharia, planejamento da fabricação, chão de fábrica, compras, operações, manutenção da planta, administração e outras organizações. Para haver a integração é necessário que todos os computadores possam conectar-se através da utilização de redes de computadores, através da *Internet* (*world wide web*), redes locais (*local web*) ou ainda redes internas da própria empresa, como *Intranets*. Através da utilização de redes de computadores, deve ser possível a operação entre sistemas

interna e externamente. No entanto, ainda é necessário o desenvolvimento de algumas “pontes” entre os aplicativos para mover informações entre sistemas incompatíveis.

Um ambiente propício para implantação de um sistema PLM é projetado de acordo com padrões existentes nas indústrias. Estes padrões incluem CORBA, SOAP, IGES, TCP/IP, SQL, X-Windows, HTML, XML, STEP, CALS e outros. No caso do padrão STEP, este contempla todo o ciclo de vida do produto e, portanto, é considerado um mecanismo efetivo para troca de informações de diferentes versões e outros meios de controle da informação e da geometria do produto. Estes ambientes provêm uma arquitetura para gerenciamento dos negócios de toda a empresa e não apenas para um subconjunto de departamentos, como projeto ou engenharia (CIMDATA, 2002).

Arquitetura baseada em cliente-servidor e arquitetura *web* são utilizadas por redes de computadores para prover acesso aos dados do produto para múltiplos usuários. Muitos sistemas PLM hoje incluem tecnologias *Enterprise Application Integration – EAI*. Estas tecnologias são utilizadas para conexão a banco de dados gerenciados e populados por outros sistemas. Tecnologias EAI oferecem uma forma de acesso aos dados do produto sem a necessidade de substituição dos sistemas existentes ou desenvolvimento de integrações complexas. Também deve ser uma funcionalidade das soluções de PLM as Bibliotecas de Interface de Programas de Aplicação (*Application Program Interface – API*). Estas livrarias são capazes de habilitar funções subjacentes em um sistema PLM existente para serem disponibilizadas em um ambiente de programação padrão (CIMDATA, 2002).

Segundo CIMData (2002), os sistemas PLM habilitam o modelo de dados serem dinamicamente modificados em tempo real (*real-time*) utilizando uma interface gráfica interativa com usuário onde as mudanças imediatamente entram em vigor. Outros exigem codificar as mudanças, usando uma linguagem de modelagem de orientação a objetos para o sistema ser compilado novamente antes das mudanças entrarem em vigor. Alguns provedores de sistemas PLM oferecem ferramentas de aplicações e procedimentos para migrar bancos de dados de produção e aplicações para o lançamento do próximo produto. Os mesmos princípios são aplicados na introdução de um novo sistema de produção customizado. Esta facilidade torna-se essencial para a redução do *time to market* do produto seguinte.

### 3.3.2 *As principais funções dos sistemas PLM*

Na seqüência serão descritas as principais funções dos sistemas PLM segundo modelo proposto por CIMData (2002). São elas: gerenciamento da documentação, gerenciamento do processo, gerenciamento da estrutura do produto, gerenciamento da classificação e gerenciamento do Projeto ou Programa.

#### 3.3.2.1 Gerenciamento da Documentação: “cofre” de dados (*data vault*)

Um assunto relevante para muitas empresas atualmente, está na garantia de que as informações de definição de produto estejam em dia, corretas e protegidas de danos acidentais ou deliberados, com a adoção da *web* para publicar e acessar informações de definição de produto. A funcionalidade *data vault* (“cofre” de dados) permite o armazenamento seguro e recuperação de informações de definição de produto. Oferece uma visão única, lógica de dados que podem estar fisicamente localizados em repositórios de dados distribuídos. Esta funcionalidade contém as informações do produto e também informações que apontam para o local de dados seguros em arquivos externos, que, para segurança, ficam escondidos dos usuários, das aplicações e do sistema operacional (MILLER *et al.*, 1994).

Os dados de muitas aplicações de diferentes computadores podem ser controlados pela suposição da solução de PLM dos papéis de acesso de dados e gerenciamento. Isto é realizado de duas formas (CIMDATA, 2002):

- 1) Acrescentando comandos em outras aplicações que criam dados (como CAD, processadores de texto, planilhas eletrônicas, editoração eletrônica, ou *software* especializado);
- 2) Acrescentando comandos destas aplicações na interface de solução de PLM.

Documentos arquivados, como desenhos em papel ou cartões de abertura, ou outros registros em papel, podem ser capturados escaneando e armazenando eles dentro desta *vault* eletrônica como imagens. Alguns usuários podem preferir imagens convertidas para documentos de texto por reconhecimento de caráter óptico (OCR) em texto de computador legível. Outros usuários podem preferir ainda fazer a capturar dos dados de vetor por técnicas de digitalização.

O ambiente pode aproveitar-se de múltiplas *vaults* eletrônicas a fim de controlar todos os tipos de informações do produto. Estes *vaults* são repositórios de dados que contêm dados armazenados interna e externamente e controlam os dados gerados administrando acesso a isto. Dois tipos de dados são armazenados (CIMDATA, 2001b):

1) dados de produto gerado por várias aplicações, como especificações, modelagens em CAD, modelagens CAE, registros de manutenção, e manuais operacionais;

2) meta dados, que são dados sobre informações controladas armazenados em um banco de dados e que suportam as funções apresentados pelas principais funcionalidades do PLM.

A entrada e funções de saída provêm armazenamento e controle de acesso seguro para dados armazenados no *vault* eletrônico. Os usuários recebem permissões de acesso atribuídas para os diferentes níveis de definição de informações do produto (MILLER *et al.*,1994).

Gerenciamentos da liberação dos dados asseguram que os estes obtenham a condição correta de operação. Asseguram que os dados sejam disponibilizados somente após passar por processos pré-definidos de aprovação. Vários cenários de aprovação podem ser criados. O acesso às informações de projeto pode ser controlado, por exemplo, utilizando regras que verifiquem atributos como nome ou número do projeto, nome do usuário, fase do projeto e muitos outros.

Meta dados são responsáveis pela indexação dos dados e informações de definição do produto de forma que alterações na localização dos dados, liberem níveis, autorizações de aprovação, e outros dados podem ser localizados. As relações de dados também facilitam análises de choque e navegação para relacionar e sustentar informações de definição de produto. Às informações de definição de produto podem ser amarradas configurações de produto, documentos, montagens e partes, conforme Figura 24.

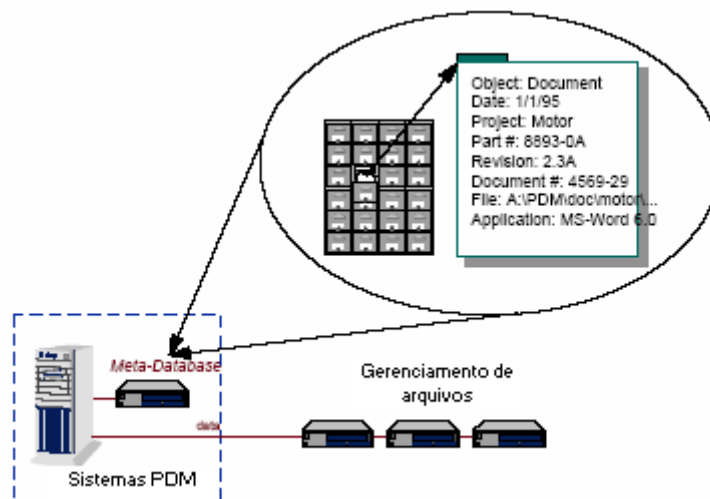


Figura 24: Administração e controle dos Dados do Produto  
 Fonte: CIMData (2002)

### 3.3.2.2 Gerenciamento do Processo e Fluxo de Trabalho (*Workflow*)

Sistemas PLM viabilizam que os processos e procedimentos sejam modelados e gerenciados eletronicamente. Os dados são submetidos para os apropriados fluxos do processo, ou *workflows*, que pode transferir dados e informações para indicar usuários, grupos, ou documentos em papéis de projeto para executar processos de negócios específicos conforme Figura 25.

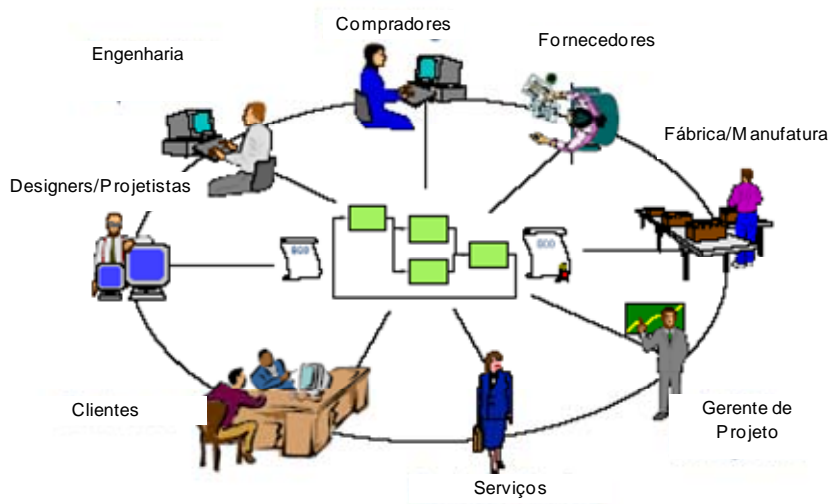


Figura 25: Pessoas/áreas afetadas pelo Gerenciamento do Processo  
 Fonte: CIMData (2002)

Quando o projeto do produto encontra-se nas fases iniciais de desenvolvimento, muitos conceitos e idéias são criadas e várias variantes desdobradas com muitas opções potenciais. Durante este processo dinâmico, é preciso armazenar todas estas informações, inclusive a evolução do projeto, as soluções selecionadas e razões para cada mudança realizada, capturando as aprovações de forma formalizada. O gerenciamento do processo através de *Ad hoc* habilita desenhistas a armazenarem referências de como o projeto do produto evoluiu durante sua conceitualização. O desenvolvimento do produto subsequente pode acessar tais informações de projetos anteriores, ajudando a reduzir ciclos de projeto e acelerando inovação de produto (CIMDATA, 2001b).

A Figura 26 mostra o funcionamento do *workflow*. De acordo com CIMData (2002), quando alterações de produto são promovidas para aprovação, os revisores e aprovadores são notificados que precisam tomar uma ação para passar para a próxima fase. Quando a alteração é processada, é sinalizada eletronicamente, sendo aprovada ou rejeitada. Após passar por todos os passos de aprovação o processo está completo e a informação de alteração do produto é armazenada em uma próxima revisão do documento.

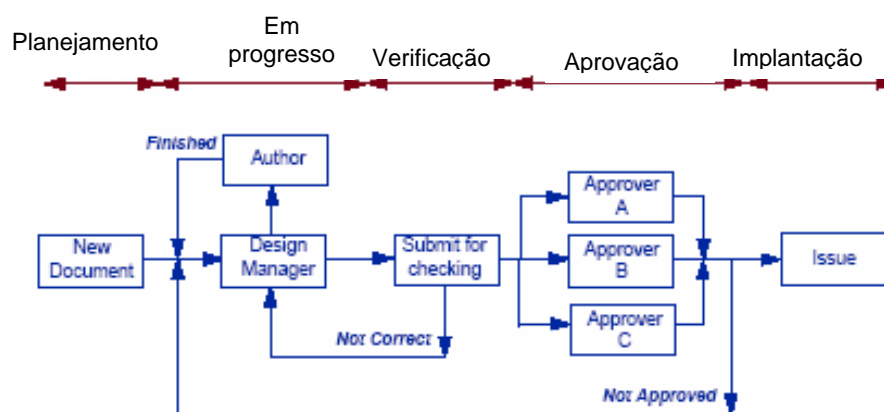


Figura 26: Exemplo de um Documento para Processo de Liberação e Aprovação

Fonte: CIMData (2002)

### 3.3.2.3 Gerenciamento da Estrutura do Produto

O gerenciamento da estrutura do produto facilita a criação e gerenciamento de configurações do produto ou fábrica e da Lista de Materiais (*Bill of Materials* - BOM) (MILLER *et al.*, 1994). Como as configurações alteram-se com o passar do tempo, a solução de PLM pode localizar as diferentes versões além de projetar variações. As estruturas de

produto típico contém atributo, instância, e informações de localização, além de dados de BOM normal. As diferentes vistas da BOM podem ser geradas automaticamente a partir da estrutura de produto para sustentar diferentes disciplinas incluindo, projeto, compras, operações industriais e outras disciplinas (MILLER *et al.*, 1994).

Diferentes áreas exigem visualizações específicas de informações de definição de produto. Um sistema PLM deve prover a funcionalidade de visualizações das relações estruturais, fabricação de processos, documentação, informações financeiras, suporte e manutenção de dados, e outros tipos de relações inseridas em dados de definição de produto (CIMDATA, 2001a).

Os dados de planejamento do processo e fabricação dos sistemas PLM podem ser transferidos para sistemas ERP e outros sistemas, fornecendo controle e acompanhamento de dados exportados ou importados de outros sistemas. Os sistemas ERP mantêm e controlam informações vitais sobre o ciclo de vida da produção do produto. Estas informações podem ser transferidas para sistemas PLM, provendo dados relevantes para o desenvolvimento do produto e ciclos de manutenção, conforme apresentado na Figura 27 (CIMDATA, 2002).

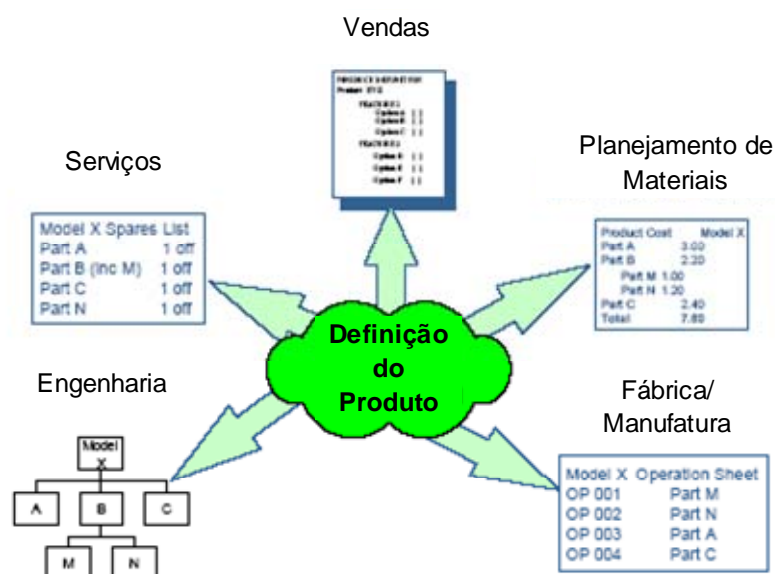


Figura 27: Modos de Visualização da Estrutura do Produto

Fonte: CIMData (2002)



### 3.3.2.4 Gerenciamento da Classificação

A classificação de partes permite partes semelhantes ou padrões, processos, e outras informações de projeto possam ser agrupadas por atributos comuns e recuperadas para posterior reutilização (OLIVEIRA, 1999).

Algumas vantagens da padronização do produto são: redução no número de alterações de projeto, economia no setor de compras e fabricação, além de inventários reduzidos. Muitos provedores de sistemas PLM estão incorporando a tecnologia de gerenciamento da classificação ou provendo forte integração com aplicações de gerenciamento de classificação de terceiros (CIMDATA, 2002).

As partes podem ser agrupadas e encontradas atribuindo valores, que podem incluir: código de função de parte, classificação da forma, material, data de liberação, data de revisão, projeto, e outros atributos. Estes atributos podem ser associados com outros dados de produto ligados às partes e projetos, permitindo aos usuários encontrar dados de produto que são idênticos ou semelhantes a requisitos específicos. Um exemplo desta facilidade devido à classificação encontra-se na Figura 28.

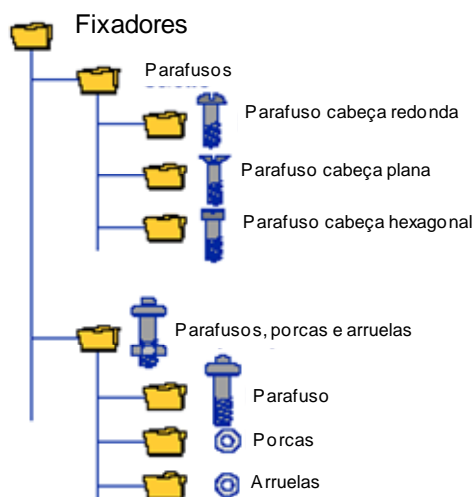


Figura 28: Exemplo de Classificação Hierárquica de Partes padrão

Fonte: CIMData (2002)

Cada empresa deve definir a hierarquia de classificação de partes que melhor represente sua própria indústria e operações de negócios. Os padrões existem (como o padrão alemão DIN) para ajudar a definir famílias de parte e suas relações com a estrutura da

hierarquia de família, junto com atributos chave. Atualmente, já existem diversas bibliotecas padrões que podem ser facilmente utilizadas como, por exemplo, de parafusos, componentes eletrônicos, tubulações, materiais, etc.

### 3.3.2.5 Gerenciamento de Projetos

Segundo CIMData (2002), sistemas PLM devem possuir funcionalidades de administração dos dados do produto e processo, podendo inclusive integrar sistemas de gerenciamento de projeto de terceiros ou fornecedores, amarrando as atividades do projeto, *milestones* e definindo o caminho crítico. A vantagem de incorporar capacidades de gerenciamento de projeto dentro de sistemas PLM origina-se do conhecimento que o sistema PLM tem dos processos e dados necessários para completar atividades específicas dentro do planejamento do projeto como um todo.

Esta integração do gerenciamento de projetos dentro dos sistemas PLM vem como uma vantagem frente às soluções presentes no mercado. Por exemplo, nos sistemas PDM os módulos de gerenciamento de projetos são fornecidos por sistemas comerciais existentes e integrados aos sistemas PDM (MILLER, *et al.*, 1994), não sendo possível a colaboratividade (pois o projeto de terceiros é tratado de forma independente, sem nenhuma integração da informação).

### 3.3.3 *Tecnologias Fundamentais dos Sistemas PLM*

Na seqüência serão descritas cada uma das Tecnologias Fundamentais dos sistemas PLM, segundo modelo proposto pela CIMData (2002). As tecnologias fundamentais incluem: troca de dados, transporte de dados, administração do sistema, comunicação e notificação, visualização, colaboração e integração das aplicações da empresa.

#### 3.3.3.1 Conversão e Troca de Dados

Tradutores de dados pré-definidos para converter formatos de dados entre aplicações e para exibição podem ser configurados por administradores de sistemas para serem realizados de forma automática ou pelo usuário, quando necessário (MILLER *et al.*, 1996).

Um dos mais completos padrões de troca e interpretação de dados é o STEP (*Standard for Exchange of Product Model Data*), que, segundo Tavares (1994), fornece um mecanismo neutro capaz de descrever os dados do produto ao longo de todo seu ciclo de vida, independente do tipo de sistema.

Nem todos os tradutores podem ser oferecidos como parte de um sistema específico de PLM, porém, na maioria dos casos, é uma tarefa direta para estabelecer as regras para chamar tradutores de dados adicionais. Os eventos podem ativar tradução de dados automática de um formato de aplicação para outro ou por uma mudança no estado ou uma ação específica. Isto assegura que os formatos de dados corretos estão disponíveis quando necessários (CIMDATA, 2003).

### 3.3.3.2 Transporte de Dados

Os dados armazenados e acessados quando usando um sistema PLM não exigem que o usuário conheça onde os dados estão localizados na rede. Existe a funcionalidade que permite que usuários achem informações usando identificadores convencionais. Identificadores de objetos não são limitados por convenções de computador do tipo nome do arquivo (*file-naming*). O usuário não precisa saber como usar arquivo de computador e comandos de diretório para acessar dados (MILLER *et al.*, 1994).

Mudando os dados de um local para outro ou de uma aplicação para outra, os usuários não precisam estar preocupados com sistema operacional e comandos de rede. Como parte dos processos definidos os dados podem ser automaticamente movidos (CIMDATA, 2003).

### 3.3.3.3 Administração do Sistema

As funções administrativas incluem: banco de dados e configuração de rede, acesso e mudança de permissões, autorizações de usuário, procedimentos de aprovação, auxílio de dados e segurança, e arquivo de dados (MILLER *et al.*, 1994).

A maioria dos sistemas PLM são projetados sob medida, para adotar padrões corporativos e combinar as necessidades dos processos de negócios e usuários. Além de interface de usuário customizada, as características operacionais podem ser sob medida. Por

exemplo, o processo de aprovação pode ser estabelecido para requerer aprovação consecutiva por vários indivíduos em um caso e permitir um voto de maioria de todos os aprovadores em outro. Os sistemas podem ser sob medida de muitas formas, incluindo: plano de interface de usuário, mensagens de informações de sistema e terminologia, integração para aplicações de terceiros, adição de nova funcionalidade, e extensão dos dados padrões dos modelos para incluir tipos de dados específicos da empresa (CIMDATA, 2002).

Muitos sistemas PLM oferecem interfaces padrões prontas para aplicações populares como CAD, CAM, ERP, publicação técnica, automatização de escritório, visualização, e ferramentas de colaboração. Adicionalmente, sistemas podem prover desenvolvimento de ferramentas, interface de usuário gráfica (*Graphical User Interface - GUI*) e interface de aplicação.

#### 3.3.3.4 Comunicação e Notificação

Notificação *on-line* ou automatizada de eventos críticos significa que os usuários são avisados sobre o atual estado de um projeto ou uma condição de fábrica. Por exemplo, projetistas, engenheiros e o time de *marketing* ficam sabendo, assim que possível, quando informações de definição de produto estiverem prontas para serem processadas pela próxima tarefa e quais informações estão em dia (CIMDATA, 2003).

O correio eletrônico é usado para notificar pessoas sobre eventos importantes ou ações requeridas, minimizando as demoras e comunicações extraviadas. O *e-mail* também pode ser usado para delegar trabalho ou redirecionar trabalhos se um usuário é incapaz de completar determinada tarefa.

Os "gatilhos" de *software* podem ser automaticamente usados para iniciar notificações de mensagem e outras ações. Os eventos definidos no processo de desenvolvimento de produto podem ser estabelecidos para ativar uma mensagem ou começar outro evento, por exemplo, tradução de dados de um formato até outro. Os "gatilhos" podem dar forma aerodinâmica a dados do tipo *data vaulting*, documento e gerenciamento de conteúdo, *workflow* e procedimentos de gerenciamento do processo.

### 3.3.3.5 Visualização

De acordo com CIMData (2003), tecnologias de visualização devem suportar o trabalho colaborativo, viabilizando a visualização e trabalho com os dados de definição de produto e fábrica, como desenhos e modelos sólidos que podem ter sido originados em vários sistemas diferentes. As capacidades de visualização normal permitem escanear documentos e desenhos 2D para serem visualizados e manipulados. Tecnologias de visualização e manipulação também estão disponíveis para modelagens em CADs 3D. Segundo CIMData (2002) as capacidades mais avançadas permitem a usuários:

- animação de seqüências de montagens e desmontagens;
- animação do ambiente e ao redor das montagens;
- incorporação de dados de vários sistemas de CAD em modos de visualização de montagens;
- simulação de pessoas e suas interações com produtos;
- exibição de dados não geométricos modificando o modelo do produto.

Ferramentas de visualização 2D e 3D, comumente disponíveis como *web browser* na *Internet* oferecem várias capacidades que ajudam usuários não familiarizados com sistemas CAD a interrogarem e visualizarem projetos do produto e outras informações relacionadas. Ainda que sistemas específicos variem em capacidades, tipicamente eles provêm as seguintes características e funções:

- visualização de desenhos, imagens, e documentos gerados por CAD, análise, e outros pacotes de automatização de projeto;
- visualizando de modelos de produto 3D;
- importação de montagens que contêm partes projetadas em vários sistemas diferentes de CAD;
- partes de uma montagem ou partes de uma planta, modificando sua cor, e fazendo eles transparente;
- passar um plano cortante por uma peça, montagem, ou planta para visualizar o lado de dentro;
- explosão de montagens para mostrar como peças são unidas ou desmontadas;
- animação de montagens e explosões de montagens;
- criação de figuras de montagens ou animações de cinema;

- adição de anotações nas vistas para ajudar no desenvolvimento do produto e gerenciamento de modificações.

Tecnologias de visualização podem também incluir capacidades para captura de dados, por exemplo, escaneamento de documentos ou transferência de dados de aplicações de projeto, mantendo e distribuindo imagens em sistemas ópticos, anotando (alterando) imagens, e edição de imagem.

### 3.3.3.6 Colaboração

Freqüentemente, a natureza global de negócios exige que as empresas operem através de localizações geograficamente distribuídas. Porém, os benefícios do negócio podem ser reduzidos se os meios de comunicação não forem efetivos entre os times distribuídos no gerenciamento do projeto do produto (ROZENFELD *et al.*, 1998; LITTER *et al.*, 1995; AMARAL, 1997). As tecnologias colaborativas são projetadas para habilitar times para trabalharem de forma síncrona e em tempo real sem a necessidade de viajar para reuniões, o que reduz tempo dos executivos e os custos do projeto.

As revisões tradicionais de projeto e reuniões de alterações de engenharia (*Engineering Change Orders - ECOs*) envolvem diversas pessoas debatendo e visualizando informações de definição de produto (CIMDATA, 2001a). Quando a comunicação é realizada através de times distribuídos usando tecnologias eletrônicas convencionais como *e-mail*, conferência e visualizações em 2D, nem sempre é fácil entender os assuntos de produto sob estudo. A visualização colaborativa usando modelos de dados em 3D provê uma ferramenta que permite membros dos times explorarem as informações de definição de produto e fábrica de forma colaborativa.

Cada usuário pode ver a mesma vista de uma modelo enquanto o usuário principal manipula o modelo para explicar para os outros os pontos para discussão. Alguns sistemas permitem múltiplas manipulações de dados de forma simultânea. Diversas janelas múltiplas também podem ser estabelecidas para permitir cada usuário explicar para os outros suas idéias e pensamentos. Comunicação síncrona usando modelo de dados 3D remove ambigüidades no entendimento do projeto (CIMDATA, 2002). A colaboração envolve várias tecnologias diferentes, que incluem:

- *e-mail* e *web* para mensagens de comunicação entre membros de time;

- áudio conferência para oferecer comunicações verbais;
- teleconferência para capacitar troca de figuras e vídeo em tempo real;
- ferramentas colaborativas de visualização para manipulação síncrona de vistas 2D e 3D ;
- tradução de dados para capacitar dados de CAD serem importados nas ferramentas colaborativas;
- controle acesso e administração de dados e relações colaborativas.

### **3.4 VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS E TENDÊNCIAS DO PLM**

As novas estratégias para obtenção do sucesso das empresas estão fortemente focadas na gestão do ciclo de vida do produto, que baseiam-se na colaboração e coordenação de todas as atividades ocorridas durante o processo.

No processo de desenvolvimento de produto o trabalho colaborativo tem sido promovido como uma das principais alternativas às diversas pressões do cenário atual que as empresas enfrentam (LITTER *et al.*, 1995). Contudo, os autores alertam que a colaboração também é encarada como um dos mais problemáticos aspectos de gerenciamento deste processo.

O desenvolvimento colaborativo pode ocorrer de diversas formas, incluindo a participação de diversas equipes de uma mesma organização ou de organizações distintas. De modo geral, é possível classificá-lo em horizontal, quando envolve potenciais competidores ou parceiros de tecnologia, ou em vertical, quando integra clientes e fornecedores de uma mesma cadeia de valor (LITTER *et al.*, 1995; BRUCE *et al.*, 1995; TIDD, 1995).

Para a efetiva realização desta colaboração, o processo produtivo tem de se tornar um processo integrado, em que todos os métodos, ferramentas e sistemas em uso por parte das empresas devem estar conectados, constituindo um ambiente colaborativo, fisicamente propício à estratégia de colaboração. A colaboração é provida pela integração via Tecnologia da Comunicação e Informação (*Information and Communication Technology - ICT*), que permite a comunicação entre *software* e plataformas de processos separados. Este é justamente um dos focos que os novos sistemas PLM devem ter em sua base: o da integração aberta dos sistemas (KUSTER, 2001).

Este tipo de integração aberta pode ser realizada através da padronização de uma referência comum, capaz de viabilizar a conexão entre processos de negócio (gerenciamento de processos) e processos produtivos (processos de fabricação), resultando numa integração B2M (*Business to Manufacturing*) (BRANDL, 2002). Esta é a única maneira de garantir o desenvolvimento e adoção com sucesso do paradigma do PLM, evitando outros erros de integração como os acontecidos no passado, tal como as experiências de Fabricação Integrada por Computador (*Computer-Integrated Manufacturing - CIM*) e Sistemas de Gestão Integrada de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning – ERP*).

A indústria automotiva e aeronáutica tem realizado grandes investimentos no gerenciamento de ciclo de vida de seus produtos e em aplicativos de CAD - U\$1.5 bilhões em 2003. Mas estima-se um crescimento ainda maior em empresas de consumo tais como alimentícias e farmacêuticas. De acordo com pesquisa realizada pelo grupo *AMR Research*, empresas de consumo totalizaram um investimento em sistemas PLM de U\$ 409 milhões em 2003 e a expectativa é de que alcance U\$ 1 bilhão em 2005, conforme pode ser visto na Figura 29.

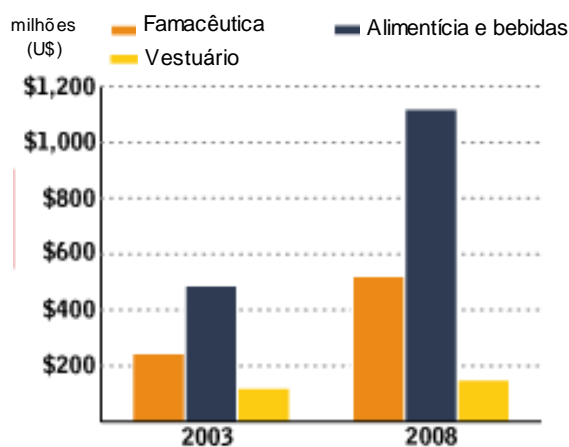


Figura 29: Crescimento de investimentos em sistemas PLM

Fonte: AMR Research (2002)

A CIMData (2002) justifica que o crescente interesse no mercado de PLM faz sentido, considerando seus potenciais benefícios, dados os seguintes fatores:

- grande redução no tempo de desenvolvimento do produto;
- minimização do número de erros, retrabalho e outras formas de perda em todas as áreas funcionais;
- melhoria do desempenho, qualidade e valor do produto para o cliente;



- velocidade no tempo de introdução do produto no mercado (*time to market* -TTM);
- incremento na inovação e melhoria da comunicação entre departamentos e parceiros de negócio;
- integração de toda a cadeia de suprimentos, através da ligação entre processos e dados da empresa, ligando pessoas e informações não importante onde elas estejam localizadas fisicamente e provendo um ambiente colaborativo em tempo real.

Dentro das necessidades das novas estratégias globais de produção, a integração é a chave para o sucesso. Integração lida com pelo menos três tipos de questões:

- (i) integração das pessoas que trabalham dentro de uma organização (aspecto humano);
- (ii) integração entre processos diferentes gerenciados por pessoas que utilizam sistemas (aspecto operacional);
- (iii) integração de diferentes sistemas (plataformas de *software*) utilizados pelas pessoas (aspecto técnico).

Conforme relatório do grupo *Jonh Stark Associates* (2003) e periódico publicado por Brown (2003), a Gestão do Ciclo de Vida do Produto ainda encontra-se em desenvolvimento, em particular, pode-se notar que os pilares da origem do PLM apóiam-se em provedores vindos de pelo menos 3 diferentes perspectivas:

- (i) provedores com fortes raízes em projeto de produto, envolvidos com companhias que oferecem soluções de sistemas CAD e/ou PDM, os quais estão tentando conectar as atividades de Desenvolvimento de Produto e Planejamento da Produção com o Processo de Gerenciamento;
- (ii) provedores vindos da área de gerenciamento do produto (ERP, MRP II, MRP), os quais por outro lado começam do Processo de Gerenciamento e voltam-se para conectar ferramentas e plataformas de Desenvolvimento de Produto e Planejamento da Produção;
- (iii) provedores vindos da área de marketing do produto, que contemplam a fase de comercialização e pós-vendas do produto. Estes provedores oferecem soluções no gerenciamento de projetos, gerenciamento do portfólio e *stage gates*.

Nenhuma das soluções de PLM atualmente disponíveis no mercado contém todas as características discutidas na neste capítulo. No entanto, muitos provedores de soluções comerciais de PLM estão adicionando e melhorando as soluções existentes (CIMData, 2003).

De acordo com Garetti e Cugini (2003), o PLM pretende integrar três principais correntes:

- (i) a de atividades relacionadas ao Desenvolvimento e Fabricação do Produto;
- (ii) a de atividades relacionadas ao Planejamento e Controle da Produção;
- (iii) entre estas duas, existe uma corrente intermediária composta por atividades mutuamente conectadas com as atividades acima citadas, tais como *marketing*, compras, logística de distribuição, etc.

Assim, pelo exposto acima, pode-se perceber que ainda existe uma grande multiplicidade de pontos de vista acerca da conceituação sobre o PLM, com relativamente pouco consenso a respeito das origens e emprego do mesmo.

## **4. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE PESQUISADO EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Neste capítulo são apresentadas as características da empresa pesquisada e também a caracterização do ambiente de negócio e o modelo de desenvolvimento de produto empregado pela empresa, visando o entendimento de como as informações de projeto do produto são tratadas na empresa, bem como das iniciativas por ela tomadas para aprimorar o gerenciamento de tais informações.

### **4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EMPRESA**

Os dados que serão apresentados foram levantados através da coleta de dados com o departamento de *marketing* e através de dados obtidos com os membros do time de desenvolvimento.

A empresa faz parte de uma multinacional com presença em vários países, sendo o desenvolvimento, montagem e distribuição de computadores o principal negócio da empresa.

No Brasil, onde ela atua desde 1999, existem cerca de 1.000 funcionários produzindo desde computadores de mesa para mercado doméstico, computadores portáteis até diversos tipos de servidores para montagem de grandes redes empresariais, sendo líder de mercado em dois dos segmentos em que atua.

A forma com que o processo de desenvolvimento do produto ocorre advém da empresa matriz e é seguida por todas as unidades distribuídas pelo mundo, incluindo a filial

no Brasil. A organização deste processo consiste na utilização de times multifuncionais e de uma estrutura organizacional similar a estrutura de time de execução de projetos.

A empresa estudada realiza o gerenciamento do ciclo de vida de seus produtos através da utilização da abordagem da Engenharia Simultânea no seu Processo de Desenvolvimento de Produtos, ratificando o pressuposto do item 1.5 do primeiro capítulo de que a empresa pesquisada possuísse um método prévio estruturado de desenvolvimento de produto. O modelo de desenvolvimento de produtos que a empresa utiliza contempla todas as Linhas de Negócio da Empresa (*Line of Business – LOB*). O principal objetivo do método consiste no:

- a) Gerenciamento dos riscos do projeto;
- b) Consistência e repetição dos processos;
- c) Definição de ações-chave e dos tempos para cada atividade;
- d) Melhoria no gerenciamento de recursos e custos do projeto;
- e) Integração das áreas na resolução de problemas e melhoria contínua.

O PDP da empresa consiste em sete fases que vão desde a fase de concepção do produto até o seu fim de vida e contempla todas as categorias de produtos que a empresa oferece, conforme pode ser visto na Figura 31. Os produtos oferecidos pela empresa contemplam:

1) Plataformas: todas as linhas de negócios que a empresa oferece. São os produtos propriamente ditos, para os diferentes segmentos de mercado, como, por exemplo: usuários domésticos, pequenas e médias empresas, etc;

2) *Softwares*: aplicações específicas e sistemas operacionais, em parceria com empresas OEMs (*Original Equipment Manufacturer*);

3) Periféricos: atualizações do produto e lançamento de novas tecnologias;

4) Serviços: diversos tipos de serviços adicionais como garantias estendidas, suporte técnico, etc.

5) Customizações: projetos desenvolvidos para necessidades específicas dos clientes.



Figura 30: As sete fases do PDP da empresa

Durante cada uma das sete fases apresentadas na Figura 30 existem pontos de verificação (*check lists*) para que ocorra a passagem para a próxima fase. Estes *check lists* são documentos específicos que possuem um ciclo de aprovações para entrada (*inputs*) e saída (*outputs*) de cada uma das fases, conforme Figura 31.

Fases	Conceito	Perfil	Planejamento	Implementação	Disponibilização	Gerenciamento	Serviços
Check Lists	Autorização Conceitual	Guia das Características do Produto (PFG)	PFG 2.0 & Planejamento do Negócio (SOW)	Colocação ordens de compra	Revisão Para Lançamento Revisão para anúncio na imprensa	Lançamento RTS Relatórios de aceitação do Mercado	Retirada do produto do mercado término oferta de serviços
Aprovação para troca de fase	Marketing Regional	Time extendido regional	Time Executivo regional	Time extendido regional	Time Executivo regional	Vendas e Operações	Serviços
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidades dos clientes</li> <li>- Oportunidades de Marketing</li> <li>- Gerenciamento do Portfólio</li> <li>- Análise Competitiva</li> <li>- Conceito do Produto</li> <li>- Análise de riscos e incertezas</li> <li>- Transições</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definição do escopo</li> <li>- Definição Preliminar do produto</li> <li>- Análise DFX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Business Case</li> <li>- Contratos</li> <li>- Definição do produto</li> <li>- Fechamento do escopo</li> <li>- Cronograma</li> <li>- Análise Econômica</li> <li>- Análise do Retorno do Investimento</li> <li>- Planos Funcionais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design</li> <li>- Testes</li> <li>- Configurações</li> <li>- Desenvolvimento do Processo de manufatura</li> <li>- Aquisição dos materiais</li> <li>- Planejamento de Marketing para Lançamento do Produto</li> <li>- Disponibilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forecast</li> <li>- Produção</li> <li>- Treinamento do serviço</li> <li>- Treinamento de Vendas</li> <li>- Teste Piloto</li> <li>- Lançamento : RTS</li> <li>- Planejamento de demanda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerenciamento do produto</li> <li>- Lançamento de periféricos</li> <li>- Atualizações do produto</li> <li>- Gerenciamento de peças para Manutenção</li> <li>- Planejamento transição da produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suporte ao Produto</li> <li>- Garantias</li> <li>- Fim de vida de produto</li> <li>- Fim de vida de serviços</li> </ul>

Figura 31: Check list para passagem de fases

Na seqüência são descritas cada uma das fases em termos de suas principais informações e atividades:

1) Conceitualização do produto: nesta fase é definido o conceito do novo produto baseado no estudo de mercado potencial, análise de concorrência e análise de riscos e incertezas. O principal documento realizado nesta fase que servirá de informações de entrada para a próxima fase é o *Concept Charter*;

2) Perfil do produto: nesta são definidas as principais características que o produto deve possuir (produto preliminar), baseado nas análises anteriores. São utilizadas ferramentas como Projeto Orientado à Excelência (*Design for Excellence – DFX*). O principal documento realizado nesta fase que servirá de informação de entrada para a próxima fase é a primeira versão do PFG 1.0 – *Product Feature Guide*, responsável pelos requerimentos iniciais de mercado em termos de escopo, características, cronograma e custos do projeto.

3) Planejamento do produto: nesta fase são definidos os requerimentos finais de mercado, através da segunda versão do documento PFG 2.0. As informações de objetivos, escopo e parâmetros do projeto agora são apresentadas no documento de Contrato do Negócio (*Business Contract - BC*).

4) Implementação do produto na fábrica: nesta fase a fábrica é preparada para receber o primeiro lote piloto e testar o produto antes de ser lançado ao mercado. O documento que libera o produto para a fase seguinte é o FRC – *Factory Readiness Completion*, emitido pela engenharia de produto.

5) Disponibilização do produto: nesta fase o produto é disponibilizado para o mercado, através do documento “Pronto para Venda” (*Ready to Sale – RTS*). Mas, o principal documento realizado nesta fase do processo é o chamado *Acceptance Report*, pois é neste documento que será medido o desempenho do produto no mercado em termos de margem, ganho e unidades vendidas do novo produto e comparado com o *Business Contract* (que possui apenas uma previsão de como o novo produto será absorvido pelo mercado).

6) Gerenciamento do produto no mercado: mede-se o desempenho técnico do produto, bem como o número de correções de projeto, implementadas pelas chamadas ECOs – *Engineering Change Orders*;

7) Serviços: nesta fase é realizado o suporte do produto, bem como retirada do produto do mercado. Atualmente, existe a preocupação ecológica sobre como tratar da retirada de produtos tecnológicos do mercado.

Assim como na Engenharia Simultânea, a multidisciplinaridade se faz presente, através da construção de times multifuncionais, de acordo com as estratégias da empresa. As Figuras 32 e 33 apresentam esta estrutura dos times.

Nível Estratégico: definição das necessidades para realização de um projeto efetivo. Neste nível é realizada a análise de possíveis limitações e recursos disponíveis e necessários. É uma análise realizada com foco no nível corporativo e representada pelo time de executivos da empresa.

Nível Funcional: definição das necessidades dos times específicos e análise de risco do projeto. É uma análise realizada com foco no nível do produto, dividido por funcionalidade e representada pelo time de diretores da empresa.

Nível Organizacional: definição de como operacionalizar as tarefas para entrega final do produto. É uma análise com foco nas atividades e tarefas específicas de cada área e representada pelos times de diversas áreas da empresa.



Figura 32: Estratégia do PDP

## Estrutura dos Times



Figura 33: Estrutura dos times no PDP

Durante o mapeamento de como acontece o desenvolvimento de produtos na empresa, foram detectadas algumas lacunas no que se refere ao fluxo de informações na passagem de uma fase para a outra (*inputs e outputs*), conforme mostrado a seguir.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE EM RELAÇÃO AO MODELO DE PDP

Com o objetivo de entender melhor os processos de desenvolvimento dentro da empresa, a troca de informações de projetos, as dificuldades da utilização da metodologia do PDP, bem como as percepções e anseios dos profissionais envolvidos, foi aplicado um questionário, onde foram entrevistadas as pessoas que fazem parte de reuniões semanais, chamadas *Extended Team*, que acontecem durante o desenvolvimento de um determinado projeto de um novo produto, para cada uma das Linhas de Negócio (*Line of Business - LOBs*). Este time que respondeu à pesquisa estava trabalhando no projeto de lançamento de um novo servidor no mercado. Foi aplicado um questionário de Avaliação do PDP da empresa, com o objetivo de identificar quais os principais pontos que devem ser destacados no processo de desenvolvimento de produtos. Estas reuniões semanais são compostas por diversas áreas da empresa, incluindo, engenharia, qualidade, materiais, compras, *marketing*, finanças, logística e vendas.

As entrevistas foram realizadas com 26 pessoas das áreas de *Marketing* (4), Produtos (6), Compras (2), Materiais (2), Qualidade (2), Engenharia de Novos Produtos (5), Testes (2)



e Serviços (3). As respostas do questionário foram agrupadas por função e enquadradas em dois tópicos: (i) principais ferramentas utilizadas e informações (*input* e *output*) necessárias para o PDP e (ii) principais problemas encontrados para gerenciamento do PDP. O questionário completo é apresentado no Apêndice A e as respostas na íntegra encontram-se no Apêndice B. Na seqüência é apresentado um resumo das principais informações retiradas do questionário (contemplando os tópicos i e ii):

- Estabelecimento de prazos reduzidos para a fase de execução, em função principalmente da lentidão no processo decisório concernente à fase de concepção (Planejamento do Negócio – que dirá se o produto será ou não lançado no Brasil);
- Deficiência na condução dos processos de engenharia simultânea aplicado no desenvolvimento de projetos;
- Falta de disseminação das informações do projeto por parte dos participantes em suas áreas de origem (grande número de sistemas para armazenamento de informações de projeto, o que ocasiona em informações contraditórias por falta de integração entre as áreas);
- Alocação reduzida de mão-de-obra para o desenvolvimento de projetos (pessoas sobrecarregadas nas empresas filiais, fazendo o trabalho em média de 4 a 5 pessoas na empresa matriz);
- Elevado número de alterações não previstas no projeto, gerando atrasos no projeto e modificações em fases adiantadas do processo;
- Falta de uma ferramenta única de acompanhamento/revisão de cronogramas com as áreas envolvidas, gerando informações conflitantes e retrabalho para o gerente do projeto;
- Existência de diversos documentos em aplicativos diferentes, que não trocam informações entre si, sendo que a estrutura do produto deveria estar contemplada em documentação única;
- Devido ao modelo da empresa de não possuir valor em estoque maior do que 4 dias (filosofia *Just in Time* e *Kanban*), é grande a dificuldade para o setor de suprimentos negociar itens com urgência (além de poucos fornecedores de alta tecnologia estarem

localizados no próprio país, sendo muito elevado o nível de importação de itens para o lançamento do produto);

- Falta de um sistema de priorização das atividades com abrangência de todas as áreas da empresa envolvidas nos diversos projetos em andamento, que possibilitasse a correta utilização dos recursos disponíveis;
- Falta de histórico de projeto e processos, ficando os dados de projeto na dependência do conhecimento particular de cada funcionário (falta de preparação para sucessão), o que acarreta em que erros do passado continuem acontecendo no presente e futuro;
- O sucesso de trabalhos anteriores não geram alternativas, bem como as dificuldades encontradas não são evitadas em novos desenvolvimentos por falta de um processo de comunicação efetivo e ferramenta apropriada para armazenamento do histórico de análises de lições aprendidas (*lessons learned*) em projetos anteriores;
- As ferramentas utilizadas durante o PDP são diferentes em cada uma das fases e as pessoas criam conexões e procuras destas informações de forma manual. Esta falta de automatização das diversas ferramentas, além de gerar pouco valor agregado para os funcionários, acaba gerando erros de projeto, pois informações-chave acabam sendo deixadas para trás;
- Devido à falta de integração das ferramentas e falta de disseminação de forma apropriada das informações de projeto, o atual processo de desenvolvimento de produtos da empresa encontra lacunas entre as fases;
- A existência de um número grande de ferramentas diversas em cada fase dificulta a implantação do conceito de colaboração entre as áreas que interagem e entre fornecedores;
- Inexistência de ferramentas globais, onde todas as áreas atuantes no projeto possam visualizar e alterar as informações;

Pode-se observar a grande parte das necessidades de melhoria de projeto referem-se à integração dos sistemas existentes para que ocorra assim, a integração das diversas áreas envolvidas no projeto. Justamente por este motivo, a empresa percebeu a necessidade da implantação de um sistema PLM, como forma de construção de um banco de dados único, com o objetivo de incorporar informações históricas de projeto evitando que se cometam os

mesmos erros do passado, de forma a obter uma redução dos prazos de lançamento e melhorias na qualidade dos produtos e processos.

A experiência mostrou que, apesar da aplicação das ferramentas de gerência de projetos e engenharia simultânea no PDP, ainda havia maneiras de melhorar os resultados destes desenvolvimentos e percebeu a necessidade de implantação de um sistema de PLM capaz de fornecer a integração e disponibilização da informação de forma automatizada e em tempo hábil, evitando duplicidade de dados.

## **5. ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA PLM NO PDP DE UMA EMPRESA DE TECNOLOGIA**

Este capítulo apresenta a análise da implantação do sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia, apresentada no capítulo anterior, dividindo-se nas principais etapas, conforme os objetivos específicos desta pesquisa. Primeiramente, realiza a caracterização da implantação do sistema PLM na empresa, descrevendo as estratégias, metas e características da implantação. Em um segundo momento, é apresentado um comparativo entre as funcionalidades e tecnologias encontradas na bibliografia e a implantação real, analisando o sistema PLM implantado pela empresa. No terceiro momento são apresentadas as funcionalidades e tecnologias dos sistemas PLM que suprem os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida. Por último, são apresentados os benefícios obtidos da implantação, dificuldades encontradas, lições aprendidas e próximos passos.

### **5.1 CARACTERIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PLM**

A seguir, será realizada a caracterização da implantação do sistema PLM na empresa através da apresentação dos resultados obtidos com os dados coletados e entrevistas realizadas.

### 5.1.1 *Coleta dos dados e Planejamento das Entrevistas*

A coleta dos dados ocorreu de duas formas: (i) análise de documentos e observação junto ao time de projeto de implantação do sistema PLM; (ii) aplicação de um questionário estruturado para o time de implantação do novo sistema. A primeira forma de coleta dos dados teve como principal objetivo o entendimento sobre: (i) decisão da implantação e escolha do sistema; (ii) estratégia de implantação e metas e (iii) características do sistema PLM empregado na empresa. A segunda forma de coleta de dados teve como principal objetivo: (i) o entendimento de como está a implantação no que tange às funcionalidades e tecnologias do sistema PLM implantado e (ii) quais requisitos foram atendidos pelo sistema implantado.

As entrevistas foram baseadas no questionário que se encontra no Apêndice C. Este questionário derivou de um roteiro de entrevista elaborado com base na revisão bibliográfica apresentada nos capítulos 2 e 3 sobre os conceitos gerais de gerenciamento de informação e sistemas PLM que suportam o gerenciamento da informação em um ambiente de desenvolvimento de produtos.

Uma atividade que seguiu em paralelo ao desenvolvimento do roteiro de entrevista foi a escolha das pessoas a serem entrevistadas. O critério para a escolha foi identificar pessoas que possuem uma visão global da implantação e tem um grande contato com o ambiente na qual o sistema está sendo implantado.

Antes da entrevista foi realizada uma pequena introdução sobre os objetivos do trabalho e a localização da pesquisa de campo/entrevistas. Além dos dados obtidos nas entrevistas, são utilizados também dados obtidos no dia-a-dia, devido ao grande contato do pesquisador com o ambiente de implantação. Os dados foram agrupados e estruturados de maneira cronológica e são apresentados, resumidamente, a seguir.

### 5.1.2 *Decisão da Implantação e Escolha do Sistema*

A decisão relativa à implantação do sistema PLM foi uma decisão estratégica da empresa matriz. Além do Brasil, ocorrem implantações simultâneas do mesmo sistema em outras empresas do grupo, localizadas em outros países.

Antes da implantação de um sistema PLM já eram utilizados outros sistemas de gerenciamento que apresentavam funcionalidades e tecnologias de sistemas PLM. Existiam diversos sistemas para gerenciamento da estrutura, de configurações e variações destas estruturas, gerenciamentos dos dados geométricos gerados em CAD, etc.

A empresa em estudo está na metade da implantação de um sistema de Gestão do Ciclo de Vida de produtos (*Product Lifecycle Management - PLM*). O controle e distribuição de documentos são dificultados pela distância entre a empresa filial e as empresas matrizes. Para minimizar este problema, o time de implantação do sistema se reúne semanalmente e utiliza recursos de videoconferência para apresentar o andamento da implantação no Brasil e obter informações sobre a implantação nas outras regiões.

Atualmente, as atividades de projetos de lançamento de novos produtos são essencialmente baseadas em procedimentos suportados por aplicativos via *web* e pela constante troca de *e-mail*, que servem como documentos oficiais para fins de auditoria.

A implantação do sistema PLM na empresa está sendo realizada por um time constituído por pessoas que trabalham em diferentes áreas da empresa e algumas delas também trabalham e interagem com o PDP da empresa, com fim de identificar os diversos requisitos necessários ao sistema PLM. Para proceder com a definição do escopo do projeto e desenvolvimento do sistema PLM a ser implantado, este time realizou um questionário junto aos usuários das diversas ferramentas (aplicativos), para identificar problemas atuais existentes e mapear o estado da arte do processo de desenvolvimento de produtos da empresa.

A aplicação do questionário foi realizada utilizando o aplicativo *Survey Monkey* (*software* livre disponível na *Internet* em: [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com)). A pesquisa constou de um total de oitocentos e trinta e quatro respondentes (distribuídos entre a empresa matriz e suas filiais). Foi solicitado aos usuários a fornecerem um *feedback* sobre: (i) quantidade e

produtividade das reuniões; (ii) *e-mails*; (iii) utilização do telefone e *paggers* e (iv) dados e informações de projeto. Na seqüência os principais problemas listados pelos respondentes:

- indicação de ineficiência na utilização de *e-mail*: setecentos e trinta e oito (738) respondentes recebem uma média de quatrocentos e cinquenta (450) *e-mails* por semana, que consomem dezesseis (16) horas por semana por pessoa. Esta média é cem por cento (100%) mais alta que a média da indústria em geral;
- identificação de possibilidade de melhoria na produtividade/utilização de reuniões: oitocentos e oitenta e seis (886) respondentes atendem em média onze (11) reuniões por semana, o que equivale, em média, onze (11) horas por semana, por pessoa;
- extensiva utilização de conferências por telefone: seiscentos e um (601) respondentes atendem, em média, quatro (4) horas por semana, por pessoa;
- ineficiência na procura por dados e informações: quinhentos e cinquenta e quatro (554) respondentes perdem, em média, oito (8) horas por semana, por pessoa, procurando por informações nos sistemas;

Portanto, considerando a soma destes detratores no processo, tem-se uma utilização do tempo de quarenta (40) horas por pessoa na semana, o que significa dizer que noventa por cento (90%) do tempo total de trabalho dos funcionários na semana fica comprometido com os itens acima mencionados, impactando significativamente no elevando número de horas extras que os funcionários fazem durante a semana devido à má utilização do tempo.

Como consequência dos resultados apresentados anteriormente, percebe-se a necessidade de implantação de uma estrutura capaz de suportar a troca e gerenciamento da informação de forma eficiente, não mais tratando as informações como ilhas de automação, como são os sistemas existentes.

Ao longo dos últimos anos, as diversas áreas da empresa implantaram inúmeros bancos de dados para controlar diversos documentos e procedimentos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde informações de clientes, através de sistemas de Gerenciamento do Relacionamento com o Cliente (*Customer Relationship Management* - CRMs) até informações sobre produtos que atingiram seu Fim de Vida (*End Of Life* - EOL). Tais sistemas possuem, genericamente, as seguintes características:

- Não oferecem possibilidade de relacionamento com outros documentos pertinentes;

- Possuem diferentes interfaces para os usuários;
- Até o presente momento, nenhum deles objetivou o armazenamento de informações históricas de projeto de forma integrada e colaborativa;

A implantação do sistema PLM (*Product Lifecycle Management*) prevê, eventualmente, a retirada e/ou integração de muitos desses sistemas. Uma parte importante do projeto de implantação é o planejamento e preparo para o desligamento de tais sistemas, identificando quais as atividades empresariais atualmente desempenhadas por tais sistemas que serão preservadas no novo sistema baseado em tecnologia PLM.

Considerando a análise da pesquisa realizada pelo time de implantação do sistema, percebe-se que a empresa trabalhava com uma série de ferramentas computacionais que não suportam o fluxo de informações de maneira integrada dentro das fases do PDP. Isto acarretava em erros de projeto, informações imprecisas e constantes erros nas atualizações de arquivos. Contando com este cenário, foram contabilizadas as ferramentas existentes e verificou-se que o atual ambiente de negócio não poderia continuar "a ser remendado" como estava sendo realizado até o momento, criando-se ferramentas independentes para cada uma das áreas e aplicações específicas e não levando em consideração a necessidade de integração imposta por metodologias como a Engenharia Simultânea.

Como não se trata apenas da criação de um aplicativo para desenvolver produtos, mas sim de uma necessidade de alteração dos processos de negócio, a escolha da implantação de um sistema PLM foi inevitável.

### **5.1.3 *Estratégia de Implantação e Metas***

A implantação do sistema foi realizada por uma consultoria externa que é responsável pela definição dos processos, pela implantação, pelo treinamento e pelo acompanhamento e verificação da utilização dos sistemas. Existem hoje vinte pessoas da empresa em estudo diretamente envolvidas nesta implantação, havendo uma variação do número de pessoas de acordo com o nível de complexidade de cada uma das fases do projeto.

Esta consultoria primeiramente trabalhou na identificação dos principais problemas e necessidades da empresa. Assim, conseguiu identificar oportunidades de melhoria em três tópicos principais, listados na seqüência:



- Gerenciamento dos dados – documentos e dados são disponibilizados em localizações diversas, incluindo *drives* locais (onde cada usuário possui sua informação no seu computador localmente) e redes de computadores, onde as informações são compartilhadas com os usuários. Desta forma, existe dificuldade para controle de alterações e acessos de documentos, bem como para auditar os dados armazenados;
- Comunicação/Colaboração – comunicação e colaboração entre as áreas e os times de projeto são conduzidas primariamente através da utilização de *e-mails* e troca de documentos. Por este motivo, alterações no cronograma de projeto não são claramente comunicadas para todos os membros do projeto, gerando retrabalhos e aumento nos custos dos projetos;
- Integração dos dados e documentação – Informações e dados comuns não são compartilhados entre as aplicações e normalmente replicados manualmente.

Os principais objetivos com a decisão de implantação de um sistema integrado foi de criar uma estrutura robusta de TI (Tecnologia da Informação) capaz de suportar todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde sua concepção até retirada do mercado. Para tanto, fazia-se necessário o estabelecimento de uma estrutura de governança das ferramentas de TI e a definição de uma estratégia de implantação do sistema PLM na empresa. Esta nova estrutura robusta deve conter os seguintes tópicos:

- Consolidação das ferramentas existentes: redução do número de ferramentas existentes, facilitando o aprendizado para os usuários e facilitando o suporte e manutenção de tais ferramentas por parte de TI.
- Integração das informações de produto e das ferramentas:
  - o possibilitando a redução do ciclo de vida do produto através da melhoria do fluxo de processos (*workflows*) com a consolidação dos dados do produto;
  - o eliminação de entrada manual de dados e implementação de acesso via *web* de dados, em tempo real e sempre atualizados.
- Padronização das informações do produto através da padronização das descrições e atributos na criação das partes e peças e efetivo gerenciamento da Lista de Materiais (*Bill of Materials* – BOM), de forma colaborativa;

- Estabelecimento de um repositório de dados comum para os dados do produto: facilitando a troca de dados entre os aplicativos, chamado Sistema Único de Retenção (*Single System Record - SSR*);
- Habilitação de Colaboração Global entre Fornecedores, Vendas, Engenharia de Projeto e Centros de Manufatura (fábricas);
- Introdução de novas funcionalidades nas ferramentas existentes para viabilizar a automação das funções antes realizadas manualmente;
- Infra-estrutura de TI escalável, para suportar as necessidades de integração do processo de desenvolvimento de produto.

Os principais pontos para viabilizar a governança dos sistemas e implantação do sistema PLM são descritos na seqüência:

- 1) Geração de um modelo robusto de regulamentação e conformidade de todas as ferramentas existentes;
- 2) Padronização de projetos colaborativos (programas, engenharia, cronogramas, etc);
- 3) Padronização das estruturas e lista de materiais (*Bill of Materials – BOMs*);
- 4) Migração das ferramentas existentes para a estratégia do PLM.

A Figura 34, identifica as principais funcionalidades e tecnologias do sistema PLM inicialmente utilizado para a implantação do sistema na empresa. Estas funcionalidades e tecnologias iniciais do sistema PLM foram sendo modificados ao longo da implantação e são apresentadas no item 5.1.4. O sistema PLM da Figura 34 divide-se em: a) sistemas exclusivos da empresa (desenvolvidos pela ou para a empresa) e b) sistemas comerciais (providos de fornecedores), ambos pautados nas funcionalidades e tecnologias que os sistemas PLM devem possuir. Portanto, a implantação ocorreu considerando estes dois grupos de ferramentas. Para o primeiro caso, foram desenvolvidos/alterados os sistemas existentes para suprir as funcionalidades de integração. No segundo caso, foi realizada uma análise de qual fornecedor utilizar para implantação do sistema PLM.

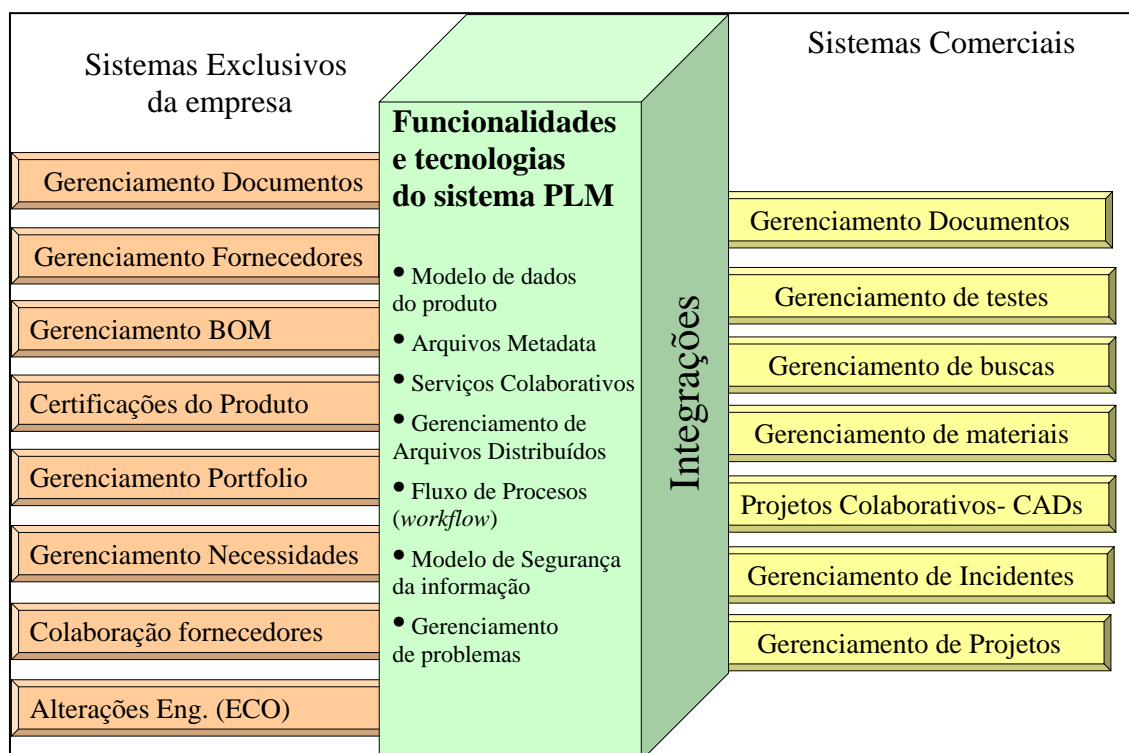


Figura 34: Funcionalidades e Tecnologias iniciais do sistema PLM para implantação na empresa

Como principais objetivos da implantação do sistema PLM na empresa pode-se descrever a missão do projeto como:

“Redução do ciclo de vida do produto em termos de Infra-estrutura e custo de execução através da implementação e manutenção de uma infra-estrutura otimizada e globalizada do processo e das ferramentas que viabilizarão as informações corretas (necessárias) para as pessoas certas no tempo certo”.

E a visão da implantação do sistema PLM na empresa pode ser descrita como:

“Gerenciamento das estruturas de informações de produto de forma organizada, adaptativa e altamente integrada para que os dados sejam disponibilizados uma vez apenas, acessados pelas áreas/pessoas pertinentes (para a tomada de decisão/ação), que acarretará na execução de um projeto ao longo do ciclo de vida do produto mais eficiente e globalizado”.

Para garantir o sucesso da implantação, a abrangência do sistema PLM foi restringida aos seguintes tópicos:

- Mapeamento do tipo de Infra-estrutura das ferramentas atuais;
- Mapeamento e classificação das ferramentas utilizadas pelas diversas áreas;
- Divisão/organização destas ferramentas por função exercida;
- Troca de informações entre as áreas e suas ferramentas.

O primeiro passo na implantação do sistema PLM na empresa, foi o mapeamento e classificação de todas as ferramentas atualmente utilizadas pelas diversas áreas e para as diversas funcionalidades ao longo do ciclo de vida do produto, conforme Figura 35. Estas ferramentas foram divididas em:

1. Ferramentas de Gerenciamento do Programa: ferramentas para acompanhamento do fluxo de informações no projeto, por exemplo, ferramentas de *workflow*.
2. Ferramentas de Gerenciamento dos Custos: ferramentas que contém e gerenciam informações de custo.
3. Ferramentas de Transferência dos dados: ferramentas de transferência de dados, por exemplo, através de FTP (*File Transfer Protocol*). Podem permitir a troca de dados para acesso externo como, por exemplo, para outros fornecedores, vendedores, OEMs, mas não para clientes.
4. Ferramentas de Especificações técnicas e Lições aprendidas: ferramentas que servem de repositório de arquivos e documentos que descrevem requisitos do produto ou lições aprendidas em outros projetos.
5. Ferramentas de Engenharia: ferramentas utilizadas para gerenciamento de todos os dados de engenharia. Podem suportar formatos atípicos de arquivos.
6. Ferramentas de desenvolvimento da produção: Ferramentas utilizadas para viabilizar dados para ambiente de produção.
7. Ferramentas de Vendas / *Marketing* / Requisitos dos Clientes: Ferramentas utilizadas pelas áreas de vendas e *marketing* ou para captar dados dos clientes.

Com este mapeamento inicial, foi possível identificar diversos problemas relacionados à forma como a empresa utiliza seus recursos pessoais e de estrutura para desenvolvimento de produtos, conforme descrito na seqüência:

- existência de mais de duzentos aplicativos totais, mais de vinte repositórios de documentos que não interagem entre si, mais de sete ferramentas apenas para gerenciamento da informação e suporte ao PDP e a mínima integração entre as ferramentas existentes;
- os aplicativos de TI são desenvolvidos apenas sob uma ótica específica, como uma fase do PDP ou uma necessidade de uma área apenas, não contemplando uma visão sistêmica do negócio;
- existência de superposição em termos de funcionalidades das ferramentas existentes. A falta de compartilhamento destas informações ocasiona ambigüidade e falta de acuracidade nas informações de projeto para as diferentes áreas;
- os dados são “alimentados” manualmente nos sistemas, ocasionando duplicidade nas informações e perda da integridade dos dados;
- ampla utilização de aplicativos simples e para aplicações específicas de forma generalizada, não provendo o resultado e análises necessárias (ex: planilha eletrônica e redator de textos são amplamente utilizados para aplicações complexas);

Na classificação realizada, os aplicativos foram classificados de acordo com sua funcionalidade em quatro grupos: gerenciamento dos dados do produto, gerenciamento da documentação, gerenciamento de alterações do produto e gerenciamento de projetos. A Figura 35 apresenta a representação gráfica do mapeamento dos sistemas utilizados pela empresa antes da implantação do sistema PLM:

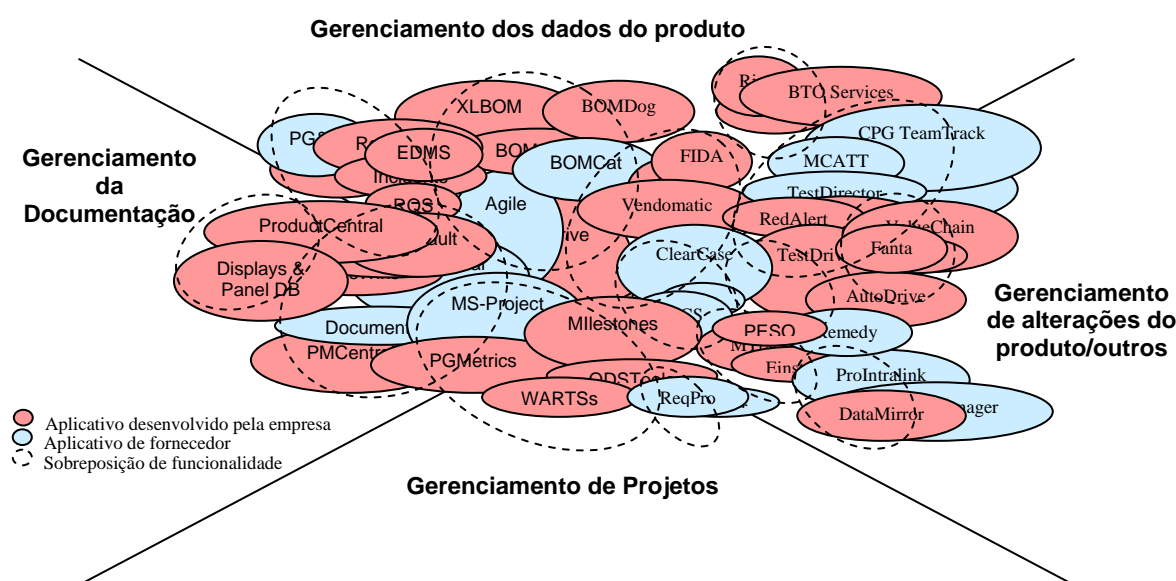


Figura 35: Superposição dos principais aplicativos da empresa

As principais conseqüências deste cenário são descritas na seqüência:

- Alto Custo para manter a atual infra-estrutura de informações do produto: (i) ferramentas e dados redundantes; (ii) necessidade de times e recursos (mão-de-obra especializada) para suportar todas estas ferramentas; (iii) soluções pontuais e pouco otimizadas;
- Altos custos para desenvolvimento e execução do projeto: (i) falta de interconectividade entre os dados e ferramentas; (ii) falta de disponibilização dos dados nos tempos necessários no projeto e para as pessoas necessárias; (iii) duplicidade e falta de acuracidade nos dados e informações;
- Alto risco na continuidade do negócio: (i) falta de escalabilidade em termos de mão de obra especializada e infra-estrutura; (ii) informações chaves podem se perder ao longo do projeto (iii) atividades manuais de pouco valor agregado consomem muito tempo dos funcionários, gerando excesso de horas extras para atender à demanda adicional de trabalho manual e, conseqüentemente, alto grau de insatisfação na função exercida.

#### ***5.1.4 Principais Funcionalidades e Tecnologias Presentes no Sistema PLM Implantado***

As principais funcionalidades (itens 5.1.4.1 até 5.1.4.5) e tecnologias (itens 5.1.4.6 até 5.1.4.10) da implantação resultante até o momento são apresentadas a seguir.

##### **5.1.4.1 Funcionalidade de Gerenciamento da Documentação ou “Cofre” de Dados**

O sistema PLM em implantação utiliza o paradigma de orientação a objetos para a definição e gerenciamento dos dados do produto (informações da estrutura de produto, arquivos CAD, etc). O sistema gerencia cada definição do projeto como um objeto através de todo o ciclo de vida do produto. Estes objetos podem ser manipulados pelo sistema sem que o arquivo original seja alterado.

Com a implantação do sistema PLM, obteve-se uma padronização dos dados do produto, beneficiando a integração dos dados do produto com as documentações e projetos de engenharia e facilitando a geração de relatórios sobre a estrutura do produto.

Com esta padronização das partes, peças e montagens do produto foi possível a eliminação de informações redundantes e duplicadas de dados do produto, que antes eram

criadas de forma individual e sem visibilidade do que já existia previamente e poderia ser reaproveitado. A padronização também ajudou na análise de custos do produto, criou uma interface única para os usuários e melhorou a forma de gerenciamento e administração das aplicações.

O sistema oferece ainda várias ferramentas para visualização dos projetos gerenciados, seus atributos e relacionamentos. Os usuários podem ainda realizar pesquisa na base de dados utilizando atributos e relacionamentos para localizar os objetos necessários. Os objetos e os relacionamentos são apresentados de maneira gráfica para facilitar a visualização.

Em termos de colaboração, os documentos gerados ficam ativos tanto para os envolvidos diretamente no projeto quanto para fornecedores. Porém, existe um controle das senhas distribuídas de acordo com as funções exercidas pelos usuários, para garantir que as alterações sejam realizadas apenas pelas pessoas capacitadas para tal.

Com a implantação do sistema PLM para esta funcionalidade, conseguiu-se uma redução de vinte e cinco por cento (25%) no número de ferramentas utilizadas para gerenciamento da documentação e dados do produto.

#### 5.1.4.2 Funcionalidade de Gerenciamento do Processo e Fluxo do Trabalho

O sistema possui um gerenciador de fluxos de trabalho que permite a programação gráfica de fluxos de trabalhos automatizados. Alguns fluxos de trabalho pré-programados controlam o “congelamento”, revisão e liberação das peças para a produção. Esta funcionalidade ainda está sendo trabalhada junto com a integração desta aplicação com o gerenciador de mudanças de engenharia, com previsão de término até Outubro de 2007.

#### 5.1.4.3 Funcionalidade de Gerenciamento da Estrutura do Produto

O sistema permite a criação, visualização e manipulação da estrutura do produto de maneira integrada, permitindo a existência de várias “visões” da estrutura do produto, dependendo da área que está acessando a informação. Por exemplo, a partir da estrutura do produto, pode-se visualizar dados como: projetos em sistemas CAD, problemas em campo, código do itens, materiais utilizados em protótipos, testes realizados, preço de venda, configurações do produto, estações de roteamento em fábrica, fornecedores locais ou globais, arquivos para *download*, restrições de engenharia, etc.

As alterações de Engenharia são realizadas por um grupo (CIB – *Cut in Implementation Board*) que faz as análises das alterações e chega a um acordo sobre a melhor data para implementação da alteração. Cada região pode estipular uma data diferente de acordo com suas necessidades. Por exemplo, uma alteração de engenharia prevê uma troca de um item X que ainda tem-se estoque para um item Y. Caso esta alteração não seja mandatória (que deva ser realizada por todas as regiões ao mesmo tempo), cada região pode dizer a data em que terá terminado o estoque do item X e está apto para implantação da alteração e compra do item Y. Todas estas informações são realizadas nesta aplicação.

#### 5.1.4.4 Funcionalidade de Classificação e Recuperação

Estas funcionalidades ainda não foram desenvolvidas no sistema PLM em implantação na empresa. Estudos estão sendo realizados para incorporar esta funcionalidade ao sistema PLM através da aquisição de módulos prontos de fornecedores externos.

#### 5.1.4.5 Funcionalidade de Gerenciamento do Programa

O sistema implementado possui recursos de gerenciamento de projetos, entre elas, visualização e inserção das tarefas a serem realizadas, cronograma das atividades, alocação e manipulação de recursos, análise do caminho crítico e possibilidade de integração com projetos de fornecedores e terceiros. O atual sistema utilizado assemelha-se em termos de funcionalidades ao sistema anteriormente utilizado, o *Microsoft® Project*. O principal diferencial é a integração do atual sistema de gerenciamento de projetos com documentos gerados nas fases iniciais do PDP, como o PFG (*product feature guide*), que é gerado na fase conceitual do produto e a integração desta ferramenta com o projeto de fornecedores, possibilitando a colaboratividade na cadeia. Também, como a ferramenta é gerada em uma arquitetura via *web*, todas as informações são disponibilizadas e atualizadas em tempo real, gerando benefícios na comunicação e notificação de alterações do projeto ou programa, que são realizadas através da própria ferramenta que dispara um *e-mail* avisando todos os membros do projeto que este foi alterado.

Para a funcionalidade de gerenciamento do projeto, houve uma redução de 20% do número de ferramentas e aplicações utilizadas, gerando maior acuracidade e eliminando a duplicação das informações em sistemas diversos e não integrados.



#### 5.1.4.6 Tecnologia para Implantação do sistema PLM: Arquitetura e requisitos de TI

Para suprir todas as tecnologias do sistema PLM que a empresa deseja implantar, foi necessário viabilizar diversos requisitos dos sistemas no que se refere às estruturas de TI. Na Figura 36, foram identificados diversos desses requisitos que estão sendo considerados para suportar a correta implantação dos novos sistemas e viabilizar todas as funcionalidades anteriormente citadas.

<b>Requisitos de TI</b>
Operação com banco de dados <i>Oracle®</i> ou <i>Microsoft® SQL Server 2000</i> .
Suporte a bibliotecas APIs com base em sistemas <i>Microsoft® .Net</i> ou <i>Java</i> .
Acesso a estruturas de banco de dados via <i>web</i> .
Operação com <i>Microsoft® IIS Web server</i> .
Operação com <i>Microsoft® Windows Server 2003 Enterprise Edition</i> .
Operação com balanceadores de carga como aplicativos <i>BigIP</i> .
Suporte à tecnologias de troca de dados do tipo XML.
Suporte à transferência síncrona e assíncrona de troca de dados.
Suporte à operações como A2A e B2B <i>middleware</i> .
Suporte à serviços via <i>web</i> (SOAP, WSDL).
Suporte ao cronograma de exportação de dados e baseados em eventos.
Suporte à eventos de notificação de usuário.
Suporte de estruturas <i>HTTP/S (SSL)</i> .
Suporte à sistemas <i>Microsoft® IE 6 Web browser</i> .
Suporte à interfaces <i>web (HTML, JScript)</i> .
Suporte à replicação de arquivos distribuídos.
Fornecimento de documentação e requisitos de infra-estrutura de <i>hardware</i> (servidores, sistemas de armazenamento).
Fornecimento de relatórios e documentação sobre utilização, tráfego/carga de dados e desempenho dos sistemas e infra-estrutura.
Fornecimento de documentação para instalação, configuração, integração e manutenção dos sistemas.

Figura 36: Estrutura de TI para suportar a implantação do PLM

#### 5.1.4.7 Tecnologia de Conversão, Transporte de Dados e Administração dos Sistemas

O sistema trabalha em um ambiente distribuído, com a possibilidade de acesso de dados em todo o mundo. Este transporte de dados pode ser realizado de várias formas, do “cofre” de dados para a área de trabalho do usuário ou de um “cofre” de dados de um projeto para outro. Existe também a possibilidade de: (i) copiar o dado criando uma ligação com o dado original de modo que sempre que haja uma modificação no dado original a cópia

também seja alterada; (ii) copiar sem a criação desta ligação; (iii) copiar possibilitando apenas leitura, etc.

Quanto à conversão de dados, atualmente, com a implantação ainda não finalizada, é realizada utilizando os formatos IGES e STEP.

A administração do sistema possui as funções que atuam junto ao gerenciador de base de dados de *backup*, manutenção de usuários, de dados de produto, e de base de dados. Permite ainda um ambiente distribuído do sistema.

#### 5.1.4.8 Tecnologia de Comunicação e Notificação

Os sistemas implementados possuem a funcionalidade de comunicação e notificação dos usuários através do envio de mensagens automáticas à cada geração ou alteração realizada.

#### 5.1.4.9 Tecnologia de Serviço de Visualização e Comentários (*markup*)

Até o presente momento, estas funcionalidades ainda não foram desenvolvidas. No entanto, a proposta de implantação de PLM que a empresa está adotando, prevê a possibilidade de visualização e comentários dos arquivos de engenharia e arquivos do projeto em um ambiente *web*. Este ambiente irá fornecer as autorizações necessárias de acessos de leitura e/ou escrita dos integrantes dos times de projeto e também de fornecedores e terceirizados que estejam envolvidos.

#### 5.1.4.10 Tecnologia de Colaboração

A questão da colaboração foi contemplada no sistema PLM implantado na empresa, de forma que, em cada um dos itens anteriormente citados, verifica-se a interface entre os times de projeto que trabalham para a empresa, empresas terceirizadas que trabalham no projeto e fornecedores e/ou parceiros do negócio que também possuem envolvimento no PDP.

Conforme explicado anteriormente, a medição de quão eficiente este item será ainda depende da aquisição por parte de certos fornecedores de sistemas e infra-estrutura adequada que suporte totalmente à colaboração entre as partes participantes do projeto.

### 5.1.5 Sistema PLM implantado na empresa

Na seqüência são apresentadas as funcionalidades do sistema PLM que está sendo implantado na empresa. Tais funcionalidades utilizam as tecnologias fundamentais acima citadas como base e apoio para seu funcionamento. O sistema abaixo contempla soluções que já foram implantadas e outras que estão programadas para serem implantadas futuramente. Este sistema contempla o escopo da implantação em longo prazo, ou seja, os resultados que a empresa deseja obter após a finalização da implantação, conforme Figura 37:

Gerenciamento da Documentação	Gerenciamento do Processo	Gerenciamento da Estrutura	Gerenciamento do programa	Classificação, Recuperação e Visualização
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “cofre” de dados. Armazenamento, distribuição e gerenciamento dos dados;</li> <li>▪ Gerenciamento da documentação (revisões/versões);</li> <li>▪ Gerenciamento da estrutura do Produto;</li> <li>▪ Gerenciamento da BOM;</li> <li>▪ Mecanismos de busca e recuperação;</li> <li>▪ Integração e Interoperabilidade;</li> <li>▪ Roteamentos <i>Ad-hoc</i>;</li> <li>▪ <i>Workflow</i> e automação;</li> <li>▪ Segurança e modelagem organizacional;</li> <li>▪ Gerenciamento da Configuração;</li> <li>▪ Assinaturas eletrônicas;</li> <li>▪ Controle e acesso a alterações de Engenharia;</li> <li>▪ Rastreabilidade do produto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisão do desempenho do produto existente;</li> <li>▪ Revisão de atividades de desenvolvimento avançado;</li> <li>▪ Procura por fatores competidores e fatores externos;</li> <li>▪ Análise, revisão e balanceamento sistemático do portfólio de produtos;</li> <li>▪ Relatórios de desempenho do Portfólio de produtos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requisitos de documentação/comunicação:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumidor</li> <li>- Marketing</li> <li>- Manutenção</li> <li>- Fabricação</li> <li>- Engenharia</li> <li>- Infra-estrutura</li> <li>- Logística</li> </ul> </li> <li>▪ Gerenciamento de requerimentos de alterações;</li> <li>▪ Percepção do impacto das alterações do projeto;</li> <li>▪ Teste e Validação;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Relatórios de projeto;</li> <li>▪ Processo de ciclo de vida do programa e projeto;</li> <li>▪ Planejamento de transições</li> <li>▪ Gerenciamento de atividades e dependências;</li> <li>▪ Gerenciamento dos arquivos;</li> <li>▪ <i>Hardware, Software</i> e gerenciamento da estrutura;</li> <li>▪ Planejamento do fim de vida do produto;</li> <li>▪ Suporte WBS (<i>Work Breakdown Structures</i>)</li> <li>▪ Planejamento para troca de fases do projeto;</li> <li>▪ Introdução de novos produtos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visualização de projetos em 2D e 3D;</li> <li>▪ Possibilidade de adição de comentários e anotações;</li> <li>▪ Independência dos sistemas CAD;</li> <li>▪ Replicação local – gerenciamento de documentos;</li> <li>▪ Conversões de arquivos em sistemas CAD;</li> <li>▪ Análise dimensional (CAE);</li> <li>▪ Gerenciamento organizacional;</li> <li>▪ Notificação de modificação;</li> <li>▪ Roteamento para aprovação ou rejeição de alteração;</li> <li>▪ Suporte a vários arquivos anexados;</li> <li>▪ Visualizar, rastrear e reportar status do projeto;</li> </ul>

Figura 37: Funcionalidades do Sistema PLM em Implantação na Empresa

## 5.2 COMPARATIVO ENTRE AS FUNCIONALIDADES E TECNOLOGIAS ENCONTRADAS NA BIBLIOGRAFIA E A IMPLANTAÇÃO REAL

A Figura 38 apresenta um comparativo entre as funções e tecnologias, respectivamente, do sistema PLM encontrado na bibliografia e o caso da implantação real. O caso da implantação real foi resultado das entrevistas realizadas com o time da implantação do sistema. Os comentários da Figura 38 foram concluídos pelo pesquisador com base na análise e comparação entre a implantação real e bibliografia. Em seguida, cada uma destas funções e tecnologias são aprofundadas, explicando como a implantação ocorreu para cada um deste itens.

Funcionalidades	Bibliografia	Implantação Real	Comentários
Cofre de Dados (Gerenciamento Documentação)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- orientação a objetos;</li> <li>- arquivos gerenciáveis;</li> <li>- acuracidade dos dados;</li> <li>- segurança dos dados e informações;</li> <li>- utilização de “cofre de dados” e de um repositório comum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- orientação a objetos;</li> <li>- alterações de arquivo em tempo real através da utilização da <i>web</i>;</li> <li>- utilização de “cofre de dados”;</li> <li>- utilização de modelagem dinâmica (habilidade de configurar o sistema e permitir funcionalidades com a mínima utilização de código requerida);</li> <li>- implantação de um modelo global de dados do produto, o que representa a utilização de um repositório comum através do SSR (<i>Single System of Record</i>).</li> </ul>	<p>Foi levado em consideração no gerenciamento da configuração os requisitos encontradas na bibliografia.</p> <p>A preocupação com a criação de um sistema único de retenção da informação do produto garante que novas atualizações do produto sejam realizadas sem a duplicidade de informações.</p>
Workflow (Gerenciamento do Processo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilização de arquivos <i>Ad hoc</i> para armazenamento da informação do projeto;</li> <li>- utilização de um sistema capaz de prover o gerenciamento das alterações do produto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- definição de um fluxo de trabalho (<i>workflow</i>) comum;</li> <li>- utilização do sistema <i>Agile®</i> para as alterações do projeto.</li> </ul>	<p>Antes da implantação havia mais de um tipo de gerenciamento do processo, causando a falta de acuracidade das informações.</p>
Gerenciamento da Estrutura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gerenciamento das configurações do produto;</li> <li>- gerenciamento das configurações de fábrica;</li> <li>- gerenciamento da lista de materiais (<i>BOM</i>);</li> <li>- integração com fornecedores;</li> <li>- habilidade de integrar-se ao ERP que a empresa possa já possuir;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- gerenciamento de alterações de engenharia (<i>ECOs</i>);</li> <li>- gerenciamento da lista de materiais (<i>BOM</i>);</li> <li>- integração com fornecedores;</li> </ul>	<p>A utilização de sistemas para gerenciamento da estrutura, permitiu a rastreabilidade dos dados do produto, decisões e ações durante o ciclo de vida do produto.</p> <p>O sistema atual ainda não é capaz de contemplar as informações de planos de processos e informações financeiras. Porém, isto está sendo considerado no escopo da implantação.</p>

Classificação e Recuperação	- criação de hierarquias do produto; - padronização do produto; - sistemas exclusivos de soluções de PLM ou integração com sistemas de terceiros.	- hierarquias e padronizações dos produtos; - gerenciamento de problemas do projeto ou produto (provendo a possibilidade de rastrear problemas do comportamento do produto em campo).	Antes da implantação já havia a divisão de hierarquias das peças, porém, as informações não ficavam disponíveis para o acesso de todos como após a implantação.
Gerenciamento do Programa	- integração dos sistemas de gerenciamento do programa/produto com os sistemas dos fornecedores para prover colaboratividade.	- implementação de uma ferramenta comum de busca para prover a funcionalidade de busca de todos os elementos de dados. - gerenciamento do projeto (gerenciamento do cronograma/atividades e todos os elementos associados ao projeto).	Viabilização de projeto/programa colaborativo ( <i>Online, ad-hoc</i> ). Gerenciamento de fornecedores locais e globais.
<b>Tecnologias</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>Implantação Real</b>	<b>Comentários</b>
Ambiente para Implantação	- conexão via <i>web</i> (redes locais ou redes internas da própria empresa); - utilização de protocolos de comunicação da indústria (CORBA, TCP/IP, HTML, etc.); - arquitetura cliente-servidor; - tecnologia EAI; - bibliotecas API.	- implantação de uma tecnologia comum de acesso via <i>web</i> , interface com o usuário ( <i>User Interface</i> ) e acesso a um portal de aplicações utilizando um computador local; - utilização de protocolos de comunicação TCP/IP, HTML, entre outros; - arquitetura cliente-servidor; - utilização de bibliotecas API.	A empresa estava com sua infra-estrutura física e configuração de redes de computadores e de informática preparada para receber a implantação do PLM.
Conversão e transporte de dados	- padrão STEP (para suportar aplicações de CAD no PDP).	- utilização do padrão STEP e IGES para troca de dados.	Utilização de CADs que já utilizam a abordagem de sistemas PLM (ex. Pro-Engineer / PTC®).
Comunicação e Notificação	- através dos sistemas de <i>workflow</i> ; - “gatinhos” via <i>e-mail</i> .	- a comunicação ocorre através do sistema <i>Agile® (workflow)</i> para gerenciamento dos processos;	A notificação ainda não está ocorrendo de forma automática (ainda está sendo enviado um <i>e-mail</i> pelo gerente do projeto).
Visualização e Comentários ( <i>markup</i> )	- via <i>web</i> ; - utilização de CADs com esta funcionalidade.	- CADs adquiridos já com esta funcionalidade;	Utilização de CAD que já utiliza a abordagem de sistemas PLM.
Colaboração	- viabilidade de todos os envolvidos visualizarem o projeto (via <i>web</i> ); - manipulação síncrona de vistas 2D e 3D; - importação e exportação de arquivos entre CADs; - controle de acessos e permissões dos usuários.	- todos os envolvidos no projeto do produto (incluindo fornecedores), possuem acessos aos sistemas de CAD; - o time de TI foi o responsável por prover diferentes níveis de acessos e permissões aos usuários e aos sistemas das empresas dos fornecedores.	Na implantação esteve presente a preocupação em prover a escalabilidade do usuário em escala global que permita o acréscimo do número de usuários nas aplicações para garantir a colaboratividade do projeto.  Utilização da <i>web</i> e vídeo conferência para reuniões sobre o projeto do produto.

Figura 38: Comparativo entre bibliografia e implantação real das funcionalidades e tecnologias do sistema PLM

Apesar de parte da implantação já ter sido realizada, como o projeto começou apenas em 2002, muitas das funcionalidades dos sistemas ainda estão sendo desenvolvidas, visto que o cronograma de implantação está definido para terminar em 2008. No entanto, pode-se perceber que o escopo de implantação real na empresa de tecnologia abrange todas as funções e tecnologias encontradas na literatura, segundo classificação da CIMData (2002).

Algumas funcionalidades relativas à colaboração com fornecedores ainda não estão completamente implantadas devido à necessidade dos fornecedores acompanhem a implantação. Grande parte deles ainda está adquirindo certos aplicativos necessários para a troca das informações e, ou arrumando sua infra-estrutura de TI e, somente após esta fase concluída, será possível a análise da eficiência desta tecnologia.

### **5.3 FUNCIONALIDADES E TECNOLOGIAS DO SISTEMA PLM QUE SUPREM OS REQUISITOS DE GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO**

Segundo os resultados do questionário aplicado, os requisitos de Gestão do ciclo de vida do produto no ambiente de Desenvolvimento de Produto ideal necessário seria, basicamente, os mesmos encontrados na literatura, dentro dos conceitos da Engenharia Simultânea, que se aplica ao tipo de PDP que a empresa utiliza. Pode-se, no entanto, destacar alguns requisitos adicionais, mostrados a seguir. O questionário completo encontra-se no Apêndice C:

a) fornecer um método de acesso, para garantir que os dados acessados sejam completos, consistentes e protegidos contra modificações não autorizadas em cada estágio do ciclo de desenvolvimento de produtos;

b) gerenciar relacionamentos entre os dados, para que se possa saber onde as modificações foram realizadas e quais outros dados foram afetados;

c) recuperar dados para o desenvolvimento de produtos, para reduzir o *time to market* e reduzir custos de desenvolvimento;

d) gerenciar todos os tipos de dados, não só uma pequena porção, que são armazenadas no computador;

e) possuir gerenciador de arquivos, para que os arquivos de dados possam ser criados e manipulados em uma rede de computadores sem que o usuário tenha que saber onde o arquivo está localizado ou que sintaxe o computador utiliza;

f) suportar uma estrutura hierárquica de arquivos e peças;

g) permitir cópia de segurança, arquivamento e recuperação dos dados;

h) utilizar padrões adotados pela empresa (unidades de medida, bordas de desenho, etc.);

i) suportar controle de revisões e versões dos documentos;

j) visualizar os documentos em formatos padrões (GIF, processador de texto, CAD, etc.);

k) compartilhar a base de conhecimento: armazenar o conhecimento de vários projetos existentes na empresa com o intuito de evitar erros já cometidos e estender os acertos para toda a linha de produtos;

l) compartilhar os dados gráficos: desenhos de detalhe, modelos tridimensionais, imagens de representação de análise de engenharia, etc.;

m) proteger as informações;

n) além de cadastrar e relacionar peças e componentes, provendo uma informação confiável e, de preferência, em um sistema único para todos;

o) localizar onde os componentes são utilizados (*where-used*);

p) listar quais componentes são utilizados em cada montagem (*composed off*);

q) gerenciar informações de montagem;

r) permitir várias visualizações da estrutura do produto;

s) possibilitar a localização de componentes semelhantes para serem utilizados em projetos atuais;

t) possibilitar o “congelamento” dos documentos, impedindo a alteração, em vários estágios do desenvolvimento, para permitir que possam ser examinados;

u) possibilitar a automação de fluxos de trabalho.

Os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do produto indicados foram colocados em uma tabela e foram cruzados com as funcionalidades e tecnologias do sistema PLM, para que fossem identificadas quais as funcionalidades e tecnologias utilizadas para suprir cada requisito. O resultado é apresentado na Figura 39:

Funcionalidades	Requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
“Cofre de dados” ( <i>vault</i> )	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x						x	x	x
Fluxo de Trabalho ( <i>workflow</i> )									x											x	x
Gerenciamento da Estrutura do Produto		x	x			x					x				x	x	x	x	x		x
Classificação e Recuperação			x						x		x					x					
Gerenciamento do Programa	x	x	x		x						x										
Tecnologias	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
Ambiente para Implantação																					
Conversão e transporte de dados				x						x											
Comunicação e notificação											x				x	x	x				x
Visualização e Comentários ( <i>markup</i> )									x												
Colaboração				x	x																

Figura 39: Funcionalidades e Tecnologias do sistema PLM que supres os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto

Considerando os requisitos apresentados, percebe-se a existência de um alinhamento entre os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do produto e as melhorias advindas da implantação do sistema PLM na empresa. Todas as funcionalidades e tecnologias mencionadas acima, são contempladas no sistema de PLM que foi e continua sendo implantado na empresa, conforme descrição da Figura 37.



## 5.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS E BENEFÍCIOS

São descritos a seguir algumas dificuldades encontradas durante a implantação do sistema e benefícios obtidos até agora.

### 5.4.1 *Dificuldades*

As principais dificuldades encontradas até o momento na implantação do projeto foi relativa à infra-estrutura de sistemas e a comunicação entre o time de implantação e o time de projeto do produto, conforme descrito na seqüência.

#### 5.4.1.1 Sistema

Quanto ao funcionamento, estabilidade e desempenho dos sistemas, pode-se citar os seguintes problemas:

- Falta de estabilidade da rede implantada, fazendo com que a conexão seja interrompida algumas vezes em momentos críticos de discussão utilizando arquivos compartilhados;
- Alguns sistemas apresentaram queda do desempenho quando administrados pela rede e não mais localmente na máquina do usuário;
- Falha no dimensionamento da utilização da rede de computadores.

#### 5.4.1.2 Comunicação entre o time de implantação e o time de projeto do produto

A dificuldade de comunicação entre o time de implantação e o time de projeto do produto foi um dos principais obstáculos à implantação bem sucedida do sistema. Pode-se citar como problemas ocorridos:

- Tempo de resposta muito alto para atender os requisitos levantados pelos usuários. O time de implantação não consegue fazer as customizações necessárias no tempo necessário, demorando muito na tomada de decisões para estas alterações;

- Falta de documentação de todas as customizações realizadas;
- Desenvolvimento dos sistemas juntamente com a implantação;
- Falta de definição de todas as metas e métricas para acompanhar a evolução dos trabalhos;
- Falta de testes estressando todas as possibilidades de erros antes da implantação final dos sistemas, acarretando em grande retrabalho tanto dos times de projeto do produto quanto de implantação;
- Falta de treinamento para os usuários antes da implantação das alterações em ambiente real.

#### 5.4.2 *Benefícios*

Os principais benefícios que já se mostram presente da implantação dos sistemas PLM até o período de conclusão desta dissertação são listados a seguir:

- Redução do número de ferramentas utilizadas pelos usuários, facilitando o uso e reduzindo a possibilidade erros no projeto por inconsistência de dados (dados armazenados em diversos sistemas e nem sempre com informações uniformes) e possibilidade de integração entre as ferramentas utilizadas no PDP;
- Gerenciamento de toda a estrutura do produto por parte do time de engenharia e facilidade de visualização das alterações da estrutura do produto por parte de todo o time de projeto, incluindo fornecedores, terceiros e parceiros de negócio (alianças);
- Armazenamento central de dados geométricos, possibilitando o acesso rápido e fácil aos dados geométricos;
- Armazenamento central, possibilitando o acesso rápido e fácil dos dados do projeto, sem duplicidade de informações;
- Atualizações de dados do produto, configuração e dados do projeto em tempo real, eliminando inconsistência nas informações e garantindo a versão sempre atualizada;

- Introdução de informações de mercado e análises competitivas, geradas na fase inicial do desenvolvimento de produto, dentro do projeto através da utilização da *web*.

## 5.5 LIÇÕES APRENDIDAS

Conforme citado anteriormente, o sistema PLM analisado encontra-se em implantação. Segundo o cronograma do projeto, mais da metade da implantação já foi realizada e a previsão de término da implantação, conforme já mencionado, é Outubro de 2008.

Como lições aprendidas até agora, pode-se dizer que os seguintes itens contribuíram e se fazem necessários para facilidade de implantação do sistema PLM na empresa:

- Para a liderança deste projeto, foram contratados funcionários (externos e promovidos internamente) com *know-how* em gerência de projetos (de pelo menos 10 anos), com habilidade de trabalhar com times interdisciplinares e com desenvolvimento na competência de comunicação com as pessoas;
- O conhecimento aprofundado em implantações de outros sistemas de informação (como ERP, MRP, etc.) na empresa ou em outras empresas, também trouxe benefícios nesta implantação, podendo-se antecipar a problemas parecidos que tenham ocorrido anteriormente em outras implantações;
- Pessoas envolvidas no projeto com conhecimento aprofundado do funcionamento da empresa em termos de processos, ferramentas e metodologias utilizadas;
- Definição e comunicação clara dos objetivos do projeto para todos os envolvidos;
- Definição de regras e responsabilidades de todos os envolvidos no projeto, não sobrepondo atividades e evitando problemas no momento da tomada de decisão;
- Envolvimento das gerências no projeto, ajudando os funcionários na priorização das atividades;
- Foco em treinamento específico para cada uma das áreas afetadas com a implantação do sistema, com a utilização de roteiros de testes adequados e contemplando todos os possíveis problemas;

- Estabelecimento de indicadores de desempenho para medir e monitorar o progresso e melhorias providas da implementação.

### 5.5.1 *Situação Atual e Próximos Passos*

Algumas funcionalidades básicas do sistema (gerenciamento da documentação, gerenciamento da estrutura de produto e gerenciamento do programa, através da utilização de *workflows*) se encontram quase totalmente implantadas. Atualmente, tem-se estudado formas de melhorar a comunicação entre os times de desenvolvimento e de implantação, para que novas funcionalidades sejam incorporadas ao sistema. Também estão sendo realizados testes para melhora do desempenho do sistema. Como próximos passos da implantação, espera-se:

- Continuar trabalhando na integração de todas as várias ferramentas existentes na empresa, incorporando o maior número de funcionalidades possíveis;
- Trabalhar na medição da implantação para calcular exatamente quais foram os benefícios obtidos da implantação;
- Finalizar os estudos sobre governança dos sistemas de TI, para finalizar a fase de liberação de acessos e permissões para os usuários dos diversos níveis e sistemas de forma à obtenção da segurança dos dados;
- Aumentar o número de funcionalidades em uso, e expandir a implantação a outras áreas da empresa.

## **6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

A realização desta dissertação de mestrado permitiu a formulação de algumas conclusões a respeito da análise da implantação de um sistema de Gestão do Ciclo de Vida do Produto em um ambiente de Desenvolvimento de Produtos, bem como sugestões para trabalhos futuros.

### **6.1 CONCLUSÕES**

Esta dissertação teve como objetivo principal a análise da implantação de um sistema de gestão do ciclo de vida do produto em um ambiente de desenvolvimento de produtos de uma empresa de tecnologia. O trabalho foi dividido em duas partes, sendo que a primeira parte realizou um estudo exploratório sobre o processo de desenvolvimento de produtos, integração de sistemas e das informações de projeto do produto e os sistemas de gestão do ciclo de vida do produto, e a segunda parte um estudo de caso em uma empresa voltada ao setor de tecnologia. A caracterização de uma implantação real de um sistema PLM no PDP de uma empresa através do comparativo entre as funcionalidades e tecnologias de sistemas PLM encontrados na bibliografia com os da implantação real e do levantamento de quais destas funcionalidades e tecnologias suprem os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do produto da empresa são objetivos específicos deste trabalho. São apresentadas também as facilidades e dificuldades encontradas na implantação.

Através da revisão bibliográfica apresentada nos Capítulos 2 e 3, buscou-se levantar informações sobre como ocorre a integração da informação no PDP bem como os principais modelos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto, destacando-se o Modelo-R proposto por Cunha et.al. (2003) que contempla todas as fases do PDP.

O objetivo de levantar, segundo a bibliografia, as principais funcionalidades e tecnologias foi realizado através da utilização do modelo proposto pela CIMData (2002) que prevê a real integração dos sistemas utilizados em todas as fases do PDP.

Foi realizado também um levantamento sobre o mercado de sistemas PLM e os benefícios advindos da implantação de tal sistema. Constatou-se que este é um mercado em crescimento e que vários ganhos são obtidos com a implantação desses sistemas, tais como diminuição do tempo de desenvolvimento, diminuição no número de alterações no projeto e a diminuição dos custos de desenvolvimento. Tais benefícios também foram verificados na parte prática deste trabalho.

O estudo de caso, realizado durante a implantação de um sistema PLM no PDP de uma empresa de tecnologia, proporcionou a oportunidade de análise sobre como esta implantação ocorre no caso real e a comparação com o que é apresentado pela literatura a respeito. Este estudo foi baseado em entrevistas a consultores e a pessoas de suporte e treinamento que estão participando do projeto de implantação.

Durante a coleta de dados foram pesquisados: i) como ocorre o desenvolvimento de produtos da empresa e ii) os requisitos de gerenciamento do ciclo de vida do produto, as funcionalidades e tecnologias que são utilizadas para supri-los e as características do sistema, além das dificuldades encontradas e de algumas melhorias ocorridas antes do término da implantação.

O objetivo específico de caracterização do ambiente de negócio da empresa e o modelo de PDP utilizado pela empresa em estudo foi atingido e apresentado no Capítulo 4 desta dissertação. Conforme citado nas delimitações deste trabalho, a empresa escolhida já possuía um PDP bem estruturado, dividindo-se em 7 fases e utilizando a metodologia da Engenharia Simultânea para desenvolver seus produtos. Pelo fato de a empresa considerar o Desenvolvimento de Produtos como um processo, está sempre à procura de trabalhar em suas melhorias e por isto verificou a necessidade de implantação de um sistema PLM no seu PDP. O capítulo apresenta também os

principais problemas presentes no PDP da empresa. Em sua maior parte, estes são referentes à falta de integração e compartilhamento das informações, gerando grande número de falhas e retrabalhos. Também foram muito citados problemas relativos à falta de colaboração no PDP, prejudicando os membros do projeto e estendendo-se a fornecedores e parceiros de negócio.

Com o objetivo de caracterização da implantação real de um sistema PLM no PDP da empresa de tecnologia, o Capítulo 5 apresenta a análise sobre como ocorreu a decisão da implantação do sistema PLM na empresa, suas estratégias e metas da implantação bem como quais as funcionalidades e tecnologias foram consideradas na implantação.

A decisão da implantação do sistema PLM na empresa ocorreu após a constatação que o principal problema do PDP da empresa estava relacionado ao fato de que a empresa trabalhava com uma série de ferramentas computacionais que não suportavam o fluxo de informações de maneira integrada, o que acarretava em erros de projeto, informações imprecisas e constantes erros nas atualizações de arquivos, gerando constantes retrabalhos e perda de valor agregado nas atividades dos funcionários.

Ainda em relação à caracterização da implantação, pode-se afirmar que as funcionalidades e tecnologias que a empresa considerou na implantação do sistema PLM foram os mesmos citados no modelo da CIMData(2002).

Com relação ao objetivo específico de realização de um comparativo entre as funcionalidades e tecnologias encontradas na bibliografia com as da implantação real, constatou-se que foram considerados todos os pontos levantados pela bibliografia na implantação real. As principais dificuldades encontradas na implantação foram em relação as tecnologias de infra-estrutura do ambiente para implantação do sistema e de colaboração.

Em relação à tecnologia de infra-estrutura do ambiente para implantação do sistema a dificuldade foi causada principalmente pela falta de uma análise preliminar do ambiente onde foi realizada a implantação, como o mapeamento de todos os sistemas envolvidos na implantação, incluindo sistemas de fornecedores e parceiros, infra-estrutura de *hardware* e *software*, etc.

Em relação à tecnologia de colaboração, parte desta dificuldade ocorreu porque os fornecedores ainda não estão completamente prontos para “receber” os sistemas PLM. Alguns fornecedores tiveram dificuldade de acompanhar a implantação de e adquirir certos aplicativos necessários para a troca das informações e preparação de sua infra-estrutura de TI, o que dificultou a utilização e medição desta tecnologia no sistema PLM implantado na empresa.

O objetivo específico de levantamento de quais funcionalidades e tecnologias de sistemas PLM suprem os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do produto ocorreu através da análise de entrevistas. Segundo os entrevistados, os requisitos do ambiente de desenvolvimento de produtos real seriam basicamente os mesmos encontrados na bibliografia, com a adição de alguns com relação à possibilidade de automação do fluxo de trabalho. Estes requisitos foram colocados em uma tabela, juntamente com as funcionalidades e tecnologias do sistema para que fossem identificados quais dessas funcionalidades e tecnologias seriam utilizados para satisfazê-los.

Com a implantação do sistema PLM, houve a redução do número ferramentas utilizadas pela empresa e a integração das informações entre as as mesmas. Como a implantação ainda não foi finalizada, ainda não obteve-se medições sobre as melhorias implementadas.

## **6.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Como se trata de um estudo de caso, as informações retratam uma empresa de um setor específico com suas características próprias. Sendo assim, os dados obtidos não podem ser generalizados. Porém, este estudo pode auxiliar no levantamento dos requisitos do ambiente de implantação e na escolha do sistema PLM, além de poder contribuir na própria implantação do sistema, através da descrição das dificuldades encontradas e das vantagens obtidas, procurando-se assim evitar erros ocorridos no passado e maximizar os aspectos positivos.

Neste trabalho nenhuma medida quantitativa a respeito dos ganhos para a empresa advindos da implantação do sistema, pois esta se encontra ainda no meio da



implantação e nem tampouco são tratados os custos relativos ao desenvolvimento de sistemas e à implantação de um sistema PLM.

Portanto, este trabalho pode servir como base para outros trabalhos que procuram estudar a implantação de sistemas PLM. Um exemplo de continuidade do trabalho poderia envolver o mesmo ambiente onde foi realizado o estudo de caso, definindo métricas e medindo as melhorias conseguidas ao final da implantação, levando em consideração os custos relativos à implantação de tais sistemas.

## REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, D. H. Metodologia para Intervenção na Manufatura com Orientação nos Processos e Baseada nas Abordagens CIM e da Qualidade. São Carlos, 165p. **Tese (Doutorado)**, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1996.

AMARAL, D. C. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos Considerando a Integração Cliente-Fornecedor. Escola de Engenharia de São Carlos. **Tese (Doutorado)**, Universidade de São Paulo, 1997.

ANDREASEN, M.M. e HEIN, L. **Integrated Product Development**, London, 1987.

AUSURA, B., DECK, M. The “new” Product Lifecycle Management Systems: What are these PLM systems? And how can they help your company to NPD better? **Visions Magazine**, 2003. Disponível em: [www.pdma.org/visions](http://www.pdma.org/visions). Acesso em 15/julho/2003.

BHANDARKAR, M. P.; DOWNIE, B.; HARDWICK, M.; NAGI, R. Migration from IGES to STEP: one to one translation of IGES drawing to STEP drafting data. **Computers in Industry**, v.41, p.261-277, 2000.

BIELAWSKI, L. e BOYLE, J. **Electronic Document Management Systems**. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1997.

BLESSING, L.T.M. **A Process-based Approach to Computer-supported Engineering Design**. Cambridge, 1994.

BOURKE, M. PLM – new approach, 2003. Disponível em: [www.cisco.com](http://www.cisco.com). Acesso em 20/maio/2003.

BRANDL, D. Business-To-Manufacturing (B2M) collaboration between business and manufacturing using ISA95. **Proceedings of the ISA/SEE conference**, Nice, France, 2002.

BROWN, J. The many faces of PLM. **Technology Evaluation Center**, 2003. Disponível em: [www.technologyevaluation.com/Research](http://www.technologyevaluation.com/Research). Acesso em: 18/05/2003.

BRUCE, M; LEVERICK, F.; LITTLER, D. Complexities of collaborative product development. **Technovation**. v.15, n. 9, p.535-552, 1995.

CHEN, Y. M.; JAN, Y. D. Enabling allied concurrent engineering through distributed engineering information management. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v.16, p.9-27, 2000.

CIMDATA Report. Product Data Management: the definition, introduction to concepts, benefits and terminology. **Eletronic Report**, 1998. Disponível em: [www.cimdata.com/publications](http://www.cimdata.com/publications). Acesso: 10/06/2003.

CIMDATA Report. Collaborative Product Definition Management (cPDM): an Overview. **Eletronic Report**, 2001a. Disponível em: [www.cimdata.com/publications](http://www.cimdata.com/publications) Acesso: 01/08/2004.

CIMDATA Report. Program Review of SAP's: my SAP Product Lifecycle Management cPDM Program. **Eletronic Report**, 2001b. Disponível em: [www.cimdata.com/publications](http://www.cimdata.com/publications). Acesso: 01/08/2004.

CIMDATA Report. Product Lifecycle Management: Empowering the future of business. **Eletronic Report**, 2002. Disponível em: [www.cimdata.com/publications](http://www.cimdata.com/publications) Acesso: 20/12/2003.

CIMDATA Report. Using Federation to Integrate the Extended Enterprise. **Eletronic Report**, 2003. Disponível em: [www.cimdata.com/publications](http://www.cimdata.com/publications) Acesso: 10/08/2004.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business Scholl Press, 1991.

CLAUSING, D. **Total Quality Development: A Step-by-Step Guide to World-Class Concurrent Engineering**. 2º Ed. New York, ASME Press, 1994.

CLEETUS, K.J. Modeling Evolving Product Data for Concurrent Engineering. **Engineering with computers**, v.11, p. 162-172, 1995.

CUNHA, G.D. A Evolução dos Modos de Gestão do Desenvolvimento de Produto. **Anais 4º Congresso Brasileiro Gestão de Desenvolvimento de Produto**, Gramado / RS, 2003.

CUNHA, G.D.; BUSS, C.O.; DANILEVICZ, A.M.F.; ECHEVESTE, M.E.S.; KUYVEN, P.S. A Reference Model to Support Introducing Product Lifecycle Management. In: GONÇALVES, R.J, 2003.

CURRAN, T. e KELLER, G. **SAP R/3 Business Blueprint**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998.

DANE, F. C. **Research Methods**. Belmont, California, Brooks/Cole, 1990.

DATE, T. **Introdução a Sistemas de Base de Dados**. Rio de Janeiro, Campus, 1986.

DICKERSON, T. H. Product Data Management: an overview. **Computer and Automated Systems Association/Society of Manufacturing Engineers (CASA/SME)**, 1996.

DRAGER, E. **Project management mit SAP R/3**. Bonn, Addison-Wesley-Longman, 1998.

ECHEVESTE, M. E. S. Uma abordagem para estruturação e controle de processos de desenvolvimento de produtos. Porto Alegre. **Tese (Doutorado)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

FLORENZANO, M. C. Gestão de desenvolvimento de produtos: estudo de caso na indústria brasileira de autopeças sobre a divisão de tarefas, capacidade e integração interunidades. São Carlos. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal de São Carlos, 1999.

GASCOIGNE, B. PDM: The Essential Technology for Concurrent Engineering. **World Class Design for Manufacturing**, v.2, n.1, p.38-42, 1995.

GARETTI, M.U. e CUGINI, Ruolo e Promesse del PLM. **Presentazione in occasione del lancio del Master in PLM, MIP**. Politecnico di Milano, Gennaio, 2003.

GARETTI, M.; MACCHI, M.; V. V. B. R. Digitally supported engineering of industrial systems in the globally scaled manufacturing, IMS-NoE SIG 1 **White Paper**, Milano, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. São Paulo, Atlas, 1999.

GRIFFIN, A; PAGE, A. An interim report on measuring product development success and failure. **Journal of Product Innovation Management**, v. 10, n.2, p291-308, sep. 1993.

GRIMES, S. Object/Relational. DBMS. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, p. 51-55, April, 1998.

HAMERI, A e NIHTILÄ, J. Product Data Management: Exploratory Study on the State-of-Art in One-of-a-Kind Industry **Computers in Industry**, v.35, p.195-206, 1998.

HEDGE, G. G.; KEKRE, S. Engineering changes and time delays: a field investigation. **International Journal of Production Economics**, v.28, p.341 – 352, 1992.

HOLLINS, B.; PUGH, S. **Successful product design**. Butterworth e Co, 1990.

HORTA,L; ROZENFELD, H. Desenvolvimento de um Cenário de Aplicação de Sistemas PLM no Processo de Desenvolvimento de Produto. **Anais 3º Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produto**, Florianópolis, 2001.

HUTHWAITE, Bart. Concurrent Engineering User's Guide. **Institute For Competitive Design**. Michigan, 1992.

JANSEN, M. H.; VERMEER, B. H. P. J.; JAGDEV, H. S. Towards a typology of electronic product information distribution. **Computers in Industry**, v.33, p.395-409, 1997.

JARDIM-GONÇALVES, R.; SILVA, H.; VITAL, M.; SOUSA, P.; SEIGER,-GARÇÃO, A.; PAMIES-TEIXEIRA, J. Implementation of Computer Integrated Manufacturing System Using SIP: CIM Case Studies Using a STEP Approach. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v.10, n.1-4, p.172-180, 1997.

JONH STARK ASSOCIATES. **Electronic Magazine 2PLM**. Volume 6/14,15,16. Disponível em: [www.johnstark.com](http://www.johnstark.com). Acesso em 10/09/2003.

KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

KRISHNAN, V.; ULRICH, K. T. (2001). Product development decisions: A Review of the literature. **Management Science**, v.47 p.1-21.

KUSTER, E. Metodologia para organização do processo operacional das empresas de pequeno porte, visando à implementação de sistemas de informações. Florianópolis. **Dissertação (Mestrado)** Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Management Information Systems: new approaches to organization e technology**. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1998.

LITTER, D. F.; LEVERICK, F.; BRUCE, M. Factors affecting the processo of collaborative product development. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v.3, n. 4, p. 329-343, 1995.

MAJUNDER, D.; RANGAN, R. M.; FULTON, R. E. Information management for integrated design environments. **Engineering with Computers**. v11, p.227-245, 1994.

MICROSOFT **User's Guide for Microsoft Project 2000**: Complete Project Communication and Control, 2000.

MILLER, E.; MENDEL, A. Executive Overview of SAP's R/3 PDM Program. Ann Arbor, **CIMData**, 1997.

MILLER, E. Collaborative product definition management for 21st century. **Computer-Aided Engineering**, March, 2000.

MILLS, R., BECKERT, B., CARRABINE, L. The Future of Product Development, **revista Computer Aided Engineering**. Outubro, 1991.

OLIVEIRA, C.B.M. Estruturação, Identificação e Classificação de Produtos em Ambientes Integrados de Manufatura. São Carlos, **Dissertação (Mestrado)** Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.

OMOKAWA, R. Utilização de Sistemas PDM em ambientes de Engenharia Simultânea: o caso de uma implantação em uma montadora de veículos pesados. **Dissertação (Mestrado)** Universidade de São Paulo. SP – São Carlos, 1999.

PÁDUA, E.M.M. **Metodologia de pesquisa: abordagem teórico-prática**. Campinas, Papirus, 1997. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

PAHL, G. e BEITZ, W. **Engineering Design: A Systematic Approach**. London: Springer-Verlag, 1996.

PATTERSON, M. L. **Accelerating innovation: improving the process of product development**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1996.

PIRES, A. CORBA: Um Padrão para Objetos Distribuídos. **Developers Magazine**. p.36-39. Agosto, 1997.

PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization**. New Jersey, Prentice Hall, 1996b.

PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals – Volume II: integrated product development**. New Jersey, Prentice Hall, 1997.

PRIMAVERA Products e Solutions. 2000. Disponível em: [www.primavera.com](http://www.primavera.com)  
Acesso: 29/04/2003.

ROZENFELD, H. Modelo de Referência para o Desenvolvimento Integrado de Produtos. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Gramado, 1997.. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 1997.

ROZENFELD, H., ZANCUL, E.; GUERRERO, V.; OLIVEIRA, C. Análise das abordagens de integração entre sistemas PDM e ERP. **Anais Congresso SAP Brasil**. São Paulo, 1998.

SAP (1998a) R/3 System Release 4.0B **Online Documentation**. (CD ROM).

SCHEER, A.W. **Business Process Engineering: reference models for industrial enterprises**, Heidelberg, Springer-Verlag, 1998.

SCHMIDT, U. (2000) SAP als PDM (transparência). 28 transparências color.

SCHÜTZER, K.; SOUZA, N.L. O Desafio de Integrar as Linguagens CAD/CAM no setor automotivo. **Máquinas e Metais**. p. 74-83, Setembro, 1999.

SILVA, A.D.P. Uma Nova Estratégia de Programação NC em Ambiente CAD/CAPP/CAM. **Dissertação (Mestrado)** Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 220p, setembro, 1990.

SVENSSON, D. MALMSTROM, J.; PIKOSZ, P; MALMQVIST, J. A framework for modeling and analysis of engineering information management systems. In: **ASME Design Engineering Technical Conferences**. Las Vegas, Nevada, USA, 1999.

SWANTON, B. Are PDM/EDM Systems Really Controlling Product Data? The Report on Manufacturing, **AMR Report**, May, 1997.

SYAN, C.S. **Introduction to Concurrent Engineering**. Concurrent Engineering: concepts, implementation and practice. Ed. Chapman e Hall. p.3-24. Inglaterra, 1994.

VERNADAT, F.B. **Enterprise Modelling and Integration: principles and applications**. Ed.Chapman e Hall. Inglaterra, 1996.

TEEUW, W. B.; LIEFTING, J. R.; DEMKES, R. H. J.; HOUTSMA, M. A. W. Experiences with product data interchange: on product models, integration and standardization. **Computers in Industry**, v.31, p.205-221, 1996.

TIDD, J. Development of novel products through intraorganizational and interorganizational networks: the case of home automation. **Journal of Product Innovation Management**, v.12, p.307-322, 1995.



VASCONCELLOS, E. **Administração do Processo de Inovação Tecnológica**. Editora Atlas, São Paulo, SP, 1980.

VIDAL, A. G. R. **Informática na pequena e média empresa**. Vidal São Paulo: Pioneira, 1997.

ZACCARELLI, S. B. A nova ideologia da competição. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.35, n.1, p.14-21. jan./fev, 1995.

ZANGWILL, W.I. **Lightening Strategies for Innovation**, New York, Lexiton Books, 1993.

ZUKEN Report. Electronic Product Lifecycle Management (e-PLM): e-PLM solutions to boost profitability. **Electronic Report**, 2005. Disponível em: [www.zuken.com](http://www.zuken.com). Acesso: 25/04/2005.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PDP DA EMPRESA.

Todas as respostas obtidas neste questionário auxiliarão em um trabalho de mestrado, cujo objetivo é obter informações sobre como ocorre o processo de desenvolvimento de produtos na empresa. Tanto o nome da empresa como os nomes dos respondentes, não serão divulgados. Desde já, muito obrigada pela sua contribuição!

#### 1. Caracterização da empresa

1.1 Local:

1.2 Ano de instalação da empresa:

1.3 Número de funcionários:

1.4 Qual a estimativa (%) de participação no mercado em que atua?

#### 2. Caracterização do produto da empresa

2.1 Qual a linha atual de produtos da empresa?

2.2 Qual o principal produto da empresa? Quais suas características?

#### 3. Dados do ambiente de desenvolvimento

3.1 Você participa de quais fases do projeto de desenvolvimento de um produto?

3.2 Quais informações são necessárias para a sua atividade?

3.3 Quais áreas devem lhe prover tais informações?

3.4 Quais as ferramentas utilizadas para acessar estas informações?

3.5 Quais os times que acessam ou devem acessar tais informações?

3.6 Quais as informações que a sua área deve prover no projeto e em qual fase?

3.7 Quais ferramentas são utilizadas para acessar e/ou enviar tais informações?

3.8 Descreva quais os principais problemas encontrados na sua área no projeto de desenvolvimento de um novo produto.

## APÊNDICE B

### RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PDP DA EMPRESA

#### Separados por Funções

##### 1) Gerente do Programa

##### Principais ferramentas utilizadas para Gerenciamento do Programa:

- *Program Management Central - PM Central*: documenta em nível macro o processo de Desenvolvimento de Produtos da Empresa (Phase Review Process - PrP) em todas suas etapas – incluindo atas de reuniões, cronogramas de projetos, próximas reuniões, etc;
- *Product Document Management System - PDMS*: contém os 5 principais documentos do PrP, nas diferentes fases:
  - *Concept Charter* – Geração do Conceito
    - Valor do produto para o cliente, análise SWOT;
    - Análise do portfolio atual de produtos em relação ao ambiente competitivo;
    - Definição do mercado alvo e determinação das necessidades de mercado;
    - Identificação das Oportunidades e início da geração de possíveis soluções;
  - *Product Feature Guide (PFG)* - Detalhamento do Conceito
    - Principais características do produto;

- Principais atributos do produto;
- *Business Contract (BC)* ou *Business Plan* – Análise Financeira do Negócio
  - Escopo do programa, métricas, riscos para o programa;
  - Combinação das informações contidas no PFG e na fase de Geração do Conceito;
  - Definição da estratégia e tempo de amortização do novo produto;
  - Definição da estratégia de lançamento;
  - Diferentes análise para produtos “*Follow on*” e “Novos produtos” (aumento do portfolio);
- *Acceptance Report* – Relatórios sobre o programa
  - Relatórios para analisar o progresso do programa em relação às metas estabelecidas no Planejamento do Negócio;
- *Deployment Exit Briefing*
  - Relatórios para tomada de decisão para passar para a fase de Lançamento.
- *Product Group Central - PG Central: contém informações relacionadas à área de marketing sobre produtos da empresa que são ofertados em cada uma das regiões;*

Principais problemas encontrados para Gerenciamento do Programa:

- Necessidade de forte envolvimento com área de Finanças para análise do lançamento do novo produto. Por restrição dos recursos e informação, nem sempre o time de marketing consegue mostrar para o time de Finanças a real necessidade do mercado, o que gera atraso nas tomadas de decisão;
- A forma como é calculado o custo e preço do produto que será inserido no mercado deveria considerar o ambiente externo e não apenas o produto que está sendo substituído;
- Alocação de recursos/pessoas mal definidos e sem balanceamento das atividades;

- Cada uma das Linhas de Negócio (*Line of Business – LOBs*) diferem nas documentações que deveriam ser padrão (em termos de informações e parâmetros);
- O cronograma que contém todo o portfólio de produtos da empresa, deveria ser melhor definido e disponível a todos os participantes do programa;
- Necessidade de melhor “chaveamento” nas trocas de fases com os outros times;
- Marketing impacta a fase de Planejamento quando introduz novos conceitos ou idéias;
- Métricas de qualidade não são realistas;
- Dificuldade de coordenação dos requerimentos de materiais na fase de Implementação;
- Processo de Geração da lista de materiais (*bill of materials – BOM*) muito demorado e sujeito a erros, por ser muito manual;
- Processo de liberação de arquivos de *download* para o servidor da fábrica (*Automatic File Promotion AFP*) – sujeito a erros e demorado;
- Liberação dos materiais para teste piloto e para produção não são realizados em tempo viável;
- Falta de acuracidade nas informações, devido aos sistemas serem alimentados todos manualmente. Informações em duplicidade nos sistemas e divergentes entre si;
- Necessidade de padronização dos sistemas de gerenciamento da configuração utilizados nas regiões, para que todos tenham uma visão global do projeto;
- Dificuldade de encontrar e identificar as responsabilidades das pessoas na empresa, pois as descrições das funções são muito genéricas. Na hora da execução das atividades ficam as dúvidas: quem eu devo contatar para esta dúvida específica?
- Existem muitas trocas nas funções e grande rotatividade dos setores. Como as informações não são disponíveis e armazenadas como deveriam, gera a descontinuidade dos processos e das informações;

## 2) Gerente de Projeto de Novos Produtos

### Principais ferramentas utilizadas para Gerenciamento de Novos Produtos:

- Para acompanhamento das fases do projeto do novo produto (*roadmap*): *MS Project, MS Excel e MS Visio*;
- Estrutura do Produto e Lista de Materiais - *BOM*: *MS Excel, Agile, Master Inquiry System – MIS, I-Drive* (sistema que contém as configurações dos produtos que serão pilotados na linha);
- *Product Data Management System - PDMS*: suporta informações técnicas e de engenharia sobre o novo produto a ser lançado;

### Principais problemas encontrados para Gerenciamento de Novos Produtos:

- Os mesmos documentos disponíveis em vários lugares (nem sempre na última revisão e com informações discrepantes);
- Existência de múltiplas versões de cronogramas de projetos – normalmente em ferramentas diferentes, como MS Project, Excel, e também em MS Visio
- Lista de Materiais - *BOM*: restrições de sistema como números de caracteres, impactam negativamente descrições de partes de peças (Sistema *Agile*).
- *BOM*: partes e hierarquia do produto deveriam ficar divulgadas em um sistema que todos os membros de diversos times pudessem acessar as informações;
- Lições aprendidas nem sempre são capturadas – processo completamente manual, nem sempre divulgadas para o time;
- Existência de documentos em diferentes localizações – de acordo com cada departamento ou pessoa;
- Não há um padrão para nomear os documentos existentes no *PDMS*, o que dificulta o acesso, sendo necessário abrir outros documentos para encontrar o que se necessita.
- Cronograma de lançamento de novos periféricos não acessível e divulgado para os gerentes de novas Plataformas – quando divulgados, encontra-se em diversos locais, com revisões diferentes, dificultando o

entendimento e aprendizagem e fornecendo informações dúbias e conflitantes;

- Processo de Lançamento de Blocos de periféricos deve atender melhor às necessidades das novas Plataformas. Periféricos mudam muito sem estudar as reais necessidades dos produtos que serão lançados, principalmente no que se refere ao Mercado brasileiro em comparação com as outras regiões;
- Os documentos não fornecem informação útil específica para Marketing e Vendas, além de não terem acesso a muitos documentos importantes;

### 3) Gerente de Projeto de Novos Periféricos

#### Principais ferramentas utilizadas para Gerenciamento de Novos Periféricos:

- São as mesmas utilizadas para Gerenciamento do Novo Produto.

#### Principais problemas encontrados para Gerenciamento de Novos Produtos:

- Os times começam a engajar-se no projeto já na fase de Planejamento;
- Gerentes de Projetos de Periféricos ficam atrelados ao cronograma de novos produtos, visto que muitos dos novos periféricos são lançados já nos novos produtos;
  - Cada grupo (de servidores, de computadores portáteis, de computadores corporativos, de computadores domésticos, de projetores, de *softwares*, etc.) possui sua própria versão / formato do cronograma de lançamentos e divulgados em diferentes lugares;
  - Os aplicativos de projetos que funcionam via *web* são acessados remotamente e demoram muito;
  - As datas de cronograma de lançamento de novas plataformas muitas vezes erradas impactam diretamente os cronogramas dos novos periféricos (adicionando trabalho nas atualizações dos cronogramas de periféricos e impactando em custo no projeto);
  - Informações de datas relativas a testes muitas vezes erradas, apenas para constar nos sistemas, mas nem sempre são datas



reais, causando a falta de confiança nas datas divulgadas nos sistemas;

- O ciclo de vida de periféricos é muito menor que o ciclo de vida de plataformas, porém é utilizado o mesmo processo de desenvolvimento para os dois casos (muitas vezes causando impacto na alocação de tempos, espaços e recursos);

#### 4) Gerenciamento da Configuração

##### Principais ferramentas utilizadas para Gerenciamento da Configuração:

- *Agile, Glovia e MIS;*
- *New Sales Requirement System - NSRD:* planilha em aplicativo *MS Excel*, que contém informações de mercado, define o que será lançado e ainda informações sobre a estrutura do produto. É criada e revisada constantemente a cada alteração no projeto, e todas as inserções na planilha são realizadas manualmente;

##### Principais problemas encontrados para Gerenciamento da Configuração:

- A hierarquia no nível mais alto do novo produto (*Product Hierarchy – PH*) é diferente, em termos de detalhamento, dependendo do Gerente de Projeto (sendo algumas com mais níveis hierárquicos que outras);
- As informações de hierarquia do produto (PH) e lista de materiais (BOM) existentes no sistema *Agile* são alimentadas manualmente a partir de um documento provido pela área de Marketing, relativo à oferta do produto, chamado *NSRD*. As informações contidas na *NSRD* são as definições da oferta, ou seja, o que será liberado para vendas, baseado em informações sobre o mercado local (por isto é um documento que vem da área de Marketing do Produto). Como são inseridas manualmente nos sistemas, ficam muito sujeitas a erros (e isto realmente se verifica na prática);
- Necessidade de fazer reuniões de última hora para saber se as alterações de Engenharia (*Engineering Change Orders - ECOs*) afetam outras

áreas. Não existe uma maneira pró-ativa de saber quais alterações estão ocorrendo ou irão ocorrer;

- Discrepâncias são descobertas ao liberar um produto para produção, em termos de revisões de partes e peças, versões de *software*, documentação, etc. Nem sempre é mostrada a última revisão do que está sendo vendido, pois não há um lugar onde haja uma informação repositória global da empresa;
- Partes de fornecedores OEM são tratadas de maneira diferente de partes de fornecedores da empresa, e não há uma maneira de correlacioná-las no sistema, para que ao haver revisões de partes da empresa, isto reflita nas partes dos fornecedores OEM;
- As partes devem estar criadas e inseridas nos sistemas para construção dos protótipos. Devido a esta criação ser manual, ocorre vezes em que a construção do protótipo é atrasada por não estarem todas as peças e partes criadas no sistema.

## 5) Engenheiro de *Software*

### Principais ferramentas utilizadas para Engenharia de *Software*:

- *PFG*, *Team Track* (ferramenta para acompanhar problemas relativos a *software*, durante os projetos específicos), *PG Central*, *PDMS* e *Agile*;

### Principais problemas encontrados para Engenharia de *Software*:

- *PFG* é o documento que inicia o envolvimento do time de testes no projeto. Porém, nem sempre o documento consegue contemplar todas as variáveis que afetam o time de Engenharia de *Software*;
- Falta de um processo padronizado no lançamento de um novo produto – cada gerente de projeto trabalha de uma maneira diferente, em termos de falta de padrão nos sistemas/ferramentas a serem utilizados e informações necessárias nas fases do projeto;
- Revisões de Projeto não são realizadas de maneira consistente;
- Também não há consistência na forma de capturar as “Lições Aprendidas” de outros projetos.

## 6) Projeto do Produto - CAD/CAE/CAM

### Principais ferramentas utilizadas no Projeto do Produto:

- 3D CAD: *ProE, AutoCad*;
- *Agile*

### Principais problemas encontrados no Projeto do Produto:

- Falta de padronização da nomenclatura utilizada para construção das peças do novo produto;
- Diferentes datas publicadas nos sistemas, divergentes entre si;
- Trabalhos desenvolvidos por terceiros (fabricação das peças) são realizados de forma não integrada, os fornecedores não possuem acesso aos mesmos sistemas da empresa;
- Necessidade de melhoria da comunicação quando há alterações entre parceiros internos e externos;
- Necessidade de uma ferramenta padrão;
- Falta de informação de custos dos componentes atrapalham a tomada de decisões durante o projeto do produto;
- Falta de visibilidade dos componentes já desenvolvidos em outros produtos, para comparações;
- Falta de visibilidade de outros projetos para o grupo de Marketing e DFX – engenharia precisa fornecer os dados manualmente;
- Conversão dos dados deve ocorrer de forma que os dados do projeto fiquem disponíveis à outros grupos (e.g informação em CAD transmitida para o *Visio*);
- Criação da *BOM* – muito manual ainda e não é uma interface fácil de utilizar;
- Falta de responsável no processo de problemas entre CAD e DFX.

## 8) Qualidade (Auditoria)

### Principais ferramentas utilizadas nas auditorias:

- *Automanager Workflow*

Principais problemas encontrados nas auditorias:

- Necessidade de melhor organização da informação, bem como registro da mesma;
- Falta de uma plataforma de *software* única para suportar o *PLiM*, relativa às diversas funções da empresa como um todo – um portal de fácil acesso à todas as áreas;
- O último programa de auditoria mostrou que: 57% dos problemas de informação são relativos à forma de documentação.

## APÊNDICE C

### ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA A CARACTERIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

#### 1. Requisitos de Gerenciamento de dados

1.1 A empresa já utiliza algum tipo de sistema de Gestão do Ciclo de Vida do Produto?

1.2 Quais os requisitos de Gestão do Ciclo de Vida do Produto neste ambiente? Quais as informações a serem gerenciadas?

#### 2. Escolha do sistema

2.1 Existiam outras alternativas de sistemas? Quais?

2.3 Quais os critérios de escolha do sistema PLM? E qual método utilizado (análise de valores, *bechmarking*, entrevista com fornecedores)?

2.4 Quais as pessoas responsáveis pela escolha do sistema? Qual o critério de escolha destas pessoas?

#### 3. Planejamento da Implantação e Metas

3.1 Quais os motivos da implantação do sistema PLM?

3.2 Houve envolvimento do usuário no planejamento? Quais as contribuições? Como foram escolhidos (quem, por que, etc.)?

3.3 Houve uma programação das atividades (cronograma)? Quais as fases da implantação? Qual a duração?

3.4 Qual o tipo de implantação adotado? Qual o motivo desta escolha?

- 3.5 Foi definida uma métrica para o acompanhamento do sistema? Qual?
- 3.6 Foi realizado um estudo de custos? Quais os fatores analisados? Qual o custo da implantação?
- 3.7 Foi realizada uma análise de impacto? Quais os fatores considerados?
- 3.8 Houve envolvimento de níveis superiores?
- 3.9 Foram definidos objetivos/benefícios esperados?
- 3.10 Quais foram os passos realizados para a preparação da implantação do sistema?
- 3.11 Qual o numero de pessoas envolvidas na implantação? Quais suas funções?

#### 4. Situação Atual

- 4.1 O cronograma proposto está sendo cumprido? Quais fases da implantação foram realizadas até o momento?
- 4.2 É realizado o acompanhamento da utilização do sistema pelo usuário e o seu nível de satisfação quanto às funcionalidades/desempenho do sistema? Como?
- 4.3 O desempenho do sistema está dentro do esperado? Em caso negativo, por quê?

#### 5. Dificuldades encontradas, benefícios obtidos e Lições Aprendidas

- 5.1 Quais foram as principais dificuldades encontradas durante a implantação do sistema?
- 5.2 Foram detectados problemas quanto à infra-estrutura (hardware, *software*, rede, etc.)?
- 5.3 Quais as principais dificuldades encontradas pelo usuário? Quais as medidas para sanar estas dificuldades?
- 5.4 Foram detectados problemas quanto ao funcionamento/desempenho do sistema? Quais as medidas tomadas para eliminar estes problemas?
- 5.5 Foram detectados problemas quanto ao planejamento de prazos e custos? Quais?
- 5.6 Quais os benefícios obtidos até agora com a implantação do sistema? Estes benefícios estão de acordo com os benefícios esperados?
- 5.7 Cite as principais lições aprendidas da implantação realizada até o presente momento.