

USP

Campus de São Carlos

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE
INFORMAÇÃO EM UM AMBIENTE
COLABORATIVO E DISTRIBUÍDO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

VANDER GUERRERO

Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO
EM UM AMBIENTE COLABORATIVO E DISTRIBUÍDO
DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO**

Vander Guerrero

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 09 / 02 / 02

Ass.: *Guilherme*

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica

ORIENTADOR: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld



São Carlos
Setembro / 2001

DEDALUS - Acervo - EESC



31100036878

Class.	TESE-EESC
Cott.	2632
Tombo	T0062/02

2 1231792

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

G934a Guerrero, Vander
 Análise do gerenciamento de informação em um
 ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento
 de produto / Vander Guerrero. -- São Carlos, 2001.

 Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
 São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001.
 Área: Engenharia Mecânica.
 Orientador: Prof. Dr. Henrique Rozenfeld.

 1. Desenvolvimento de produto. 2. Gerenciamento de
 informação. 3. Desenvolvimento colaborativo.
 4. Desenvolvimento distribuído. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **VANDER GUERRERO**

Dissertação defendida e julgada em 07-12-2001 perante a Comissão Julgadora:



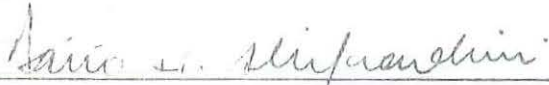
Prof. Tit. **HENRIQUE ROZENFELD (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - USP)

aprovado



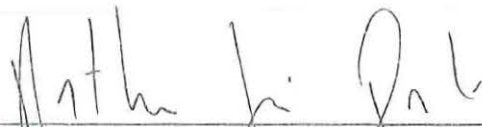
Prof. Dr. **JONAS DE CARVALHO**
(Escola de Engenharia de São Carlos - USP)

Aprovado




Prof. Dr. **DARIO HENRIQUE ALLIPRANDINI**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)

Aprovado



Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

*Dedico este trabalho aos meus pais e meus
irmãos pela união e apoio de sempre*

AGRADECIMENTOS

Ao longo de cinco anos participando das atividades do Laboratório de Sistematização e Integração da Manufatura e do Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA) foram muitas as pessoas que contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao professor Henrique Rozenfeld pela orientação e pelo comprometimento com o desenvolvimento geral do aluno.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do trabalho, sem a qual não seria possível sua realização.

Aos amigos do Grupo de Engenharia Integrada: Ana, Cristiano, Daniel, Leo, Lucas, Marcel, Rogério, Sandro, Sérgio, Xella e Xup. Aos novos alunos de iniciação: Arai, Cláudia, Carlos, Carlão, Lux e Ricardo.

Ao fundamental suporte administrativo do NUMA: Fernando, Cris, Francis e André.

Aos profissionais e empresas que gentilmente contribuíram nas entrevistas do estudo de campo.

À Maria pelo enorme apoio e compreensão.

Por fim, a todos que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	IV
RESUMO	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	3
1.2. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	5
2. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, ENGENHARIA SIMULTÂNEA E TRABALHO COLABORATIVO	6
2.1. O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	6
2.1.1. <i>O Desenvolvimento de Produto como Processo</i>	7
2.1.2. <i>Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto</i>	8
2.1.3. <i>Particularidades do Desenvolvimento de Produto</i>	9
2.1.4. <i>Tipos de Processos de Desenvolvimento de Produto</i>	11
2.2. A ABORDAGEM DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	13
2.2.1. <i>Processo Sequencial e Concorrente</i>	13
2.2.2. <i>Definições de Engenharia Simultânea</i>	14
2.3. DESENVOLVIMENTO COLABORATIVO E DISTRIBUÍDO	16
2.3.1. <i>Colaboração no Desenvolvimento de Produto</i>	16
2.3.2. <i>Relacionamento e Colaboração Cliente-Fornecedor</i>	19
2.3.3. <i>Benefícios e Riscos do Desenvolvimento Colaborativo</i>	25
2.3.4. <i>Ambientes Distribuídos de Desenvolvimento de Produto</i>	26
3. GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	29
3.1. O CONCEITO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA.....	29
3.1.1. <i>Dados, Informação e Conhecimento</i>	29
3.1.2. <i>Características das Informações de Engenharia</i>	32
3.1.3. <i>Classificação das Informações de Engenharia</i>	33
3.2. REPRESENTAÇÃO E MODELAGEM DAS INFORMAÇÕES DE ENGENHARIA	37

3.2.1. <i>Representação e Modelagem de Dados de Produto</i>	37
3.2.2. <i>Modelagem do Fluxo de Informações</i>	42
3.3. GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE ENGENHARIA	44
3.3.1. <i>Gerenciamento de Informações como Processo</i>	45
3.3.2. <i>Requisitos de Gerenciamento de Informações de Engenharia</i>	47
3.3.3. <i>Gerenciamento da Configuração do Produto</i>	49
3.3.4. <i>Gerenciamento de Configuração Aplicado ao Gerenciamento de Documentos</i>	54
3.3.5. <i>Troca, Distribuição e Compartilhamento de Informações</i>	57
4. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA	60
4.1. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTOS	61
4.1.1. <i>Funcionalidades</i>	62
4.1.2. <i>Limitações dos Sistemas EDM</i>	65
4.2. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE PRODUTO	65
4.2.1. <i>Funcionalidades</i>	66
4.2.2. <i>Implantação dos Sistemas PDM</i>	68
4.3. A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA	69
5. METODOLOGIA DE PESQUISA	74
5.1. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA	74
5.2. ABORDAGEM METODOLÓGICA	75
5.3. ETAPAS DO TRABALHO	78
6. RESULTADO DOS ESTUDOS DE CAMPO	81
6.1. CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	81
6.2. CARACTERÍSTICAS DA COLABORAÇÃO	85
6.3. CARACTERÍSTICAS DO GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO	88
6.3.1. <i>Características Gerais</i>	89
6.3.2. <i>Identificação de Itens e Documentos</i>	89
6.3.3. <i>Armazenamento e Recuperação de Documentos</i>	91
6.3.4. <i>Troca e Distribuição de Informação</i>	93
6.3.5. <i>Estrutura de produto</i>	95

6.3.6. <i>Processo de Criação e Liberação do Produto</i>	95
6.3.7. <i>Processo de Modificação de Engenharia</i>	96
6.4. COMPARAÇÃO ENTRE A BIBLIOGRAFIA E OS RESULTADOS DE CAMPO	97
7. CONCLUSÕES	102
ANEXOS	107
ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA I – PROCESSO/PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	107
ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA II – CARACTERIZAÇÃO DA COLABORAÇÃO	110
ANEXO C – ROTEIRO DE ENTREVISTA III – GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES..	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Tema de Pesquisa.....	4
Figura 2: Processo de Desenvolvimento de produto.....	8
Figura 3: Processo Seqüencial (Adaptado de SYAN, 1994)	13
Figura 4: Processo Concorrente	14
Figura 5: Associações entre Empresas (Adaptado de YOSHINO & RANGAN, 1996)	18
Figura 6: Fluxo de Informação para Diferentes Tipos de Componentes (Clark & Fujimoto, 1991).....	20
Figura 7: Relacionamento Tradicional (Adaptado de PRASAD, 1996a).....	23
Figura 8: Acordo Contratual em Duas Fases (Adaptado de PRASAD, 1996a).....	23
Figura 9: Parceria e Aprendizado Mútuo (Adaptado de PRASAD, 1996a)	24
Figura 10: Processo de Transformação de Dados em Informação (Adaptado de STAIR, 1998).....	30
Figura 11: Classificação das Informações de Engenharia (CHEN & JAN, 2000)	36
Figura 12 : Exemplo de uma Estrutura de Produto (Fonte: OLIVEIRA, 1999)	38
Figura 13: Exemplo do UPDM (Adaptado de CLEETUS, 1995)	40
Figura 14: Diagrama de Atividade IDEF0 (Adaptado de CHEN & LIAO, 1998)	43
Figura 15: Decomposição de Atividades (Adaptado de MALMSTRÖM et al, 1999)	44
Figura 16: Processo de Gerenciamento de Informação Segundo MACGEE & PRUSAK (1994)	46
Figura 17: Processo de Gerenciamento de Informação Segundo CHEN & JAN (2000).....	46
Figura 18: Níveis Típicos de <i>Status</i> (adaptado de MIL-HDBK-61, 1997).....	55
Figura 19: Esquema de Versões (adaptado de BIELAWSKI & BOYLE, 1997)	57

Figura 20: Processo de Troca Usando o STEP (Adaptado de VERNADAT, 1996) .	59
Figura 21: Arquitetura de um Sistema EDM (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)	61
Figura 22: Ilustração do Processo de <i>Check-in</i> (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)....	63
Figura 23: Exemplo de um <i>Workflow</i> para o Processo de Aprovação e Liberação de Documentos (Adaptado de CIMDATA, 1998).....	64
Figura 24: Níveis de Complexidade (Adaptado de PIKOZS, 1997)	69
Figura 25: Síntese da Abordagem Metodológica.....	77
Figura 26: Etapas Gerais do Trabalho	78
Figura 27: Relações de Colaboração da Empresa A	86
Figura 28: Relações de Colaboração da Empresa B	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo das Características do Desenvolvimento de Produto	11
Tabela 2: Classificação do Processo de DP (ROZENFELD & AMARAL, 1999)....	12
Tabela 3: Tipos de Relacionamento Cliente-Fornecedor Segundo KAMATH & LIKER (1994)	21
Tabela 4: Resumo dos Tipos de Relação Cliente-Fornecedor	24
Tabela 5: Comparação entre Dados Simples e Documentos (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)	35
Tabela 6: Funcionalidades Principais de um Sistema PDM Segundo CIMDATA (1998).....	66
Tabela 7: Funcionalidades Secundárias de um Sistema PDM Segundo CIMDATA (1998).....	67
Tabela 8: Características da Internet (FOO & LIM, 1997).....	71
Tabela 9: Comparação entre Diferentes Estratégias de Pesquisa (Fonte: COSMOS Corporation apud YIN, 1994)	76
Tabela 10: Características do DP na Empresa A	82
Tabela 11: Características do DP na Empresa B	83
Tabela 12: Características do DP na Empresa C	84
Tabela 13: Características dos Principais Fornecedores da Empresa A	86
Tabela 14: Comparação entre Bibliografia e os Resultados de Campo.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMR	<i>Advanced Manufacturing Research</i>
AP	<i>Application Protocol</i>
APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
B-rep	<i>Boundary Representation</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i>
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CIMOSA	<i>CIM Open Systems Architecture</i>
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
cPDM	<i>Collaborative Product Definition Management</i>
CSG	<i>Constructive Solid Geometry</i>
DCOM	<i>Distributed Component Object Model</i>
DFX	<i>Design for Excellence</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
DP	<i>Desenvolvimento de Produtos</i>
ECB	<i>Engineering Change Board</i>
ECR	<i>Engineering Change Request</i>
EDM	<i>Electronic Document Management</i>
EESC	<i>Escola de Engenharia de São Carlos</i>
EIA	<i>Electronics Industry Association</i>
ESI	<i>Early Supply Involvement</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>

GAM	<i>Generic Action Model</i>
IGES	<i>Initial Graphics Exchange Specification</i>
ISO	<i>International Standards Organization</i>
MRP	<i>Materials Resource Planning</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
PDES	<i>Product Data Exchange System</i>
PERA	<i>Purdue Enterprise Reference Architecture</i>
PLM	<i>Product Lifecycle Management</i>
SADT	<i>Structured Analysis and Design Technique</i>
SAP	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
SET	<i>Standart d'Echange et de Transfert</i>
STEP	<i>Standard for the Exchange of Product Model Data</i>
VDA-FS	<i>Verband der Deutschen Automobilindustrie- Flächenschnittstelle</i>
VRML	<i>Virtual Reality Markup Language</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

RESUMO

GUERRERO, V. (2001). Análise do gerenciamento de informação em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O gerenciamento de informação possui um papel essencial para garantir um bom desempenho do processo de desenvolvimento de produtos, principalmente quando este envolve o trabalho colaborativo e distribuído entre empresas. Este trabalho surgiu dessa observação com o objetivo de caracterizar os processos de gerenciamento de informação de engenharia em ambientes distribuídos de desenvolvimento de produtos. O trabalho de pesquisa consistiu principalmente em uma revisão bibliográfica e em um estudo de caso como trabalho de campo. Foram estudadas três empresas: dois fornecedores de primeiro nível do setor automobilístico e uma montadora. No estudo de caso foram levantadas as características dos principais aspectos do gerenciamento de informação enfatizando as relações de colaboração praticadas por cada empresa.

Palavras Chave: desenvolvimento de produto, gerenciamento de informação, desenvolvimento colaborativo, desenvolvimento distribuído.

ABSTRACT

GUERRERO, V. (2001). Analysis of the information management in a collaborative and distributed product development environment. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Information Management has a key role to assure a good performance of product development process. It is more significant when this is a collaborative and distributed process. This work emerged from these facts intending to characterize the engineering information management processes in a collaborative and distributed product development environment. The research work was developed in two main parts: a literature review and a case study. Three companies were studied: two first level automotive suppliers and an assembler company. In the field work the characteristics of the main aspects of information management was collected with particular emphasis in the collaborative relationship.

Keywords: product development, information management, collaborative development, distributed development.

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo de introdução apresenta uma contextualização do tema, as principais justificativas que motivaram o trabalho e a organização do texto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este trabalho surgiu da convergência de três temas emergentes nas empresas de manufatura modernas. Conforme sugerido pelo título, estes temas são: o processo de desenvolvimento de produto, as práticas de colaboração estratégica e o gerenciamento de informações.

O desenvolvimento de produto, neste trabalho, é definido como um processo onde a empresa transforma dados de mercado e de tecnologia em produtos comerciais (CLARK & FUJIMOTO, 1991). O escopo desse processo inclui desde a criação e seleção de idéias, passando pelo projeto, preparação dos meios de manufatura, lançamento, até a retirada do produto do mercado. Um bom desempenho no desenvolvimento de produto é, no mínimo, uma condição necessária para viabilizar a competitividade das empresas de manufatura, que cada vez mais precisam lançar novos produtos, em um menor espaço de tempo, com menos custos e maior qualidade (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

O desenvolvimento de produto também pode ser entendido como um processo de transformação de informação (CLARK & FUJIMOTO, 1991; PATTERSON, 1993), que manipula uma grande quantidade e variedade de informações. Esta característica constitui um aspecto crítico para o gerenciamento desse processo (PRASAD, 1996b; SVENSSON et al, 1999), fazendo com que, as práticas e sistemas de gerenciamento de informações tornem-se relevantes para

garantir que estas informações estejam acessíveis para toda a organização no formato, local e tempo adequado.

Por outro lado, as práticas de colaboração no desenvolvimento de produtos estão se tornando rotineiras em diversas empresas que enfrentam a atual conjuntura de competição global (LITTLER et al, 1995). O envolvimento de fornecedores no processo de inovação, as parcerias horizontais, as organizações virtuais e as empresas estendidas são algumas das configurações que buscam extrair benefícios do trabalho colaborativo. Conseqüentemente, este avanço nas práticas de colaboração representa também um significativo acréscimo na complexidade das atividades e sistemas de gerenciamento de informações.

A Figura 1 ilustra o relacionamento entre os conceitos de desenvolvimento de produtos, gerenciamento de informações e colaboração, mostrando a região que localiza o tema deste trabalho como a interseção destas disciplinas.



Figura 1: Localização do Tema de Pesquisa

Outro motivador para este trabalho está no acelerado avanço da tecnologia da informação e comunicação, principalmente na consolidação da Internet como meio de comunicação entre pessoas e entre empresas. Estas tecnologias trazem novas possibilidades e um forte potencial para transformar as práticas convencionais de gerenciamento de informações, trabalho colaborativo e desenvolvimento de produto.

É importante destacar também, a atual situação da indústria brasileira como uma outra justificativa para este trabalho. A globalização e a abertura do mercado fez com que muitas empresas passassem a pertencer a corporações multinacionais. Estas

empresas, que em muitos casos atuavam restritamente em um mercado fechado, estão enfrentando as dificuldades de participar de desenvolvimentos globais e distribuídos.

Este trabalho surgiu diante deste contexto com o objetivo de caracterizar o gerenciamento de informações em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto. Espera-se como resultado da pesquisa obter uma caracterização do impacto do trabalho colaborativo e distribuído no gerenciamento de informações. Este objetivo será descrito com mais detalhes no capítulo 5 após a apresentação da revisão bibliográfica.

1.2. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O tópico anterior apresentou sinteticamente uma introdução ao tema da pesquisa e as justificativas para este trabalho.

A seguir, os capítulos 2, 3 e 4 apresentam a fundamentação teórica obtida através da revisão bibliográfica. O capítulo 2 apresenta os principais conceitos relacionados ao processo de desenvolvimento de produto, incluindo as práticas de engenharia simultânea e de colaboração. O capítulo 3 descreve o conceito de gerenciamento de informações de engenharia, e as principais atividades e práticas associadas. O capítulo 4 foca a descrição dos sistemas de informação utilizados na gestão de informações de engenharia.

O capítulo 5 discute a metodologia de pesquisa adotada, incluindo o objetivo e as questões de pesquisa, a justificativa da abordagem metodológica e as etapas do projeto.

O capítulo 6 reporta as informações obtidas no trabalho de campo e o capítulo 7 sintetiza as conclusões do trabalho.

Por fim, são apresentados o anexo e as referências bibliográficas. O anexo traz os roteiros de entrevistas utilizados no estudo de caso.

2. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, ENGENHARIA SIMULTÂNEA E TRABALHO COLABORATIVO

A importância estratégica do desenvolvimento de produto para a competitividade das empresas tem sido enfatizada por muitos autores e por diversos exemplos práticos. Segundo CLARK & FUJIMOTO (1991), o desenvolvimento de novos produtos se tornou o ponto focal da competitividade industrial. Muitas evidências mostram que o desenvolvimento efetivo de novos produtos tem um impacto significativo nos custos, na qualidade, na satisfação dos clientes e na vantagem competitiva das empresas (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados ao desenvolvimento de produto, à abordagem da engenharia simultânea e ao trabalho colaborativo com o intuito de fornecer parte dos fundamentos teóricos para o desdobramento do trabalho.

2.1. O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Entender e definir o desenvolvimento de produto envolve a mesma dificuldade inerente a qualquer questão relacionada ao estudo das organizações, ou seja, entender a complexidade do sistema organizacional. Uma organização pode ser entendida como um sistema composto por um conjunto de funções, pessoas e máquinas com intensas, variadas e complexas relações entre si (AMARAL, 1997).

A solução mais adotada atualmente, para entender e gerenciar as organizações, é decompor o sistema organizacional em processos de negócio. Diversas abordagens de gerenciamento e intervenção, tais como, a reengenharia e a engenharia simultânea, se fundamentam no conceito de processo.

A seguir, será apresentada uma definição de desenvolvimento de produto como um processo organizacional e sua característica de fluxo de informação.

2.1.1. O Desenvolvimento de Produto como Processo

HAMMER & CHAMPY (1994) definem um processo empresarial como um conjunto de atividades com uma ou mais entradas, e que cria uma saída de valor para o cliente. VERNADAT (1996) define processo, mais precisamente, como um conjunto de atividades parcialmente ordenadas numa seqüência lógica e executadas para resultar em uma determinada finalidade, ou seja, atingir um resultado previsto. O autor complementa definindo atividade como um conjunto de ações elementares executadas para realizar uma determinada tarefa na organização. Esta atividade exige tempo e recursos para sua execução e transforma um estado de entrada em um estado de saída (por exemplo, informações de mercado em requisitos do cliente).

Diversos outros autores, tais como ROZENFELD (1996) e DAVENPORT (1994), apresentam definições semelhantes de processo de negócio. Um ponto comum a se destacar nestas definições é o caráter multifuncional do processo, isto é, um processo de negócio não se restringe a uma unidade funcional da empresa, pelo contrário, ele cruza diversas áreas de uma empresa.

Segundo esta abordagem, o desenvolvimento de produto pode ser definido, conforme CLARK & FUJIMOTO (1991), como um processo pelo qual uma organização transforma dados sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas em bens e informações para a fabricação de um produto comercial. Dessa forma, esse processo abrange funções de *marketing*, engenharia de produto, produção e quase todas as outras áreas de uma empresa (Figura 2).

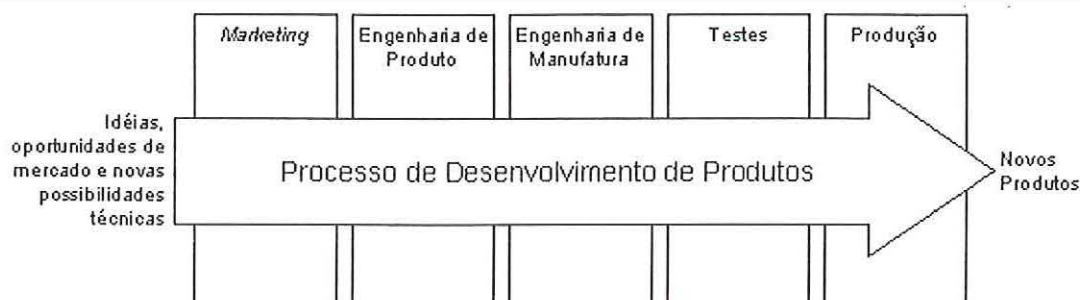


Figura 2: Processo de Desenvolvimento de produto

CLARK & FUJIMOTO (1991), complementam a definição de desenvolvimento de produto atribuindo-o uma perspectiva de informação. Ou seja, o processo de desenvolvimento de produto deve ser visto principalmente como fluxo de informações e não simplesmente como fluxo de materiais, como, convencionalmente, os processos empresariais são mapeados e entendidos.

PATTERSON (1993), usa uma metáfora para enfatizar esta característica. Segundo o autor, assim como o processo de manufatura compra, fabrica, monta e embala peças; o desenvolvimento de produto busca, cria, integra e documenta informações. Ou seja, o desenvolvimento de produto pode ser entendido como uma linha de montagem de informações.

A importância de se entender o desenvolvimento de produto como fluxo de informação não se restringe simplesmente a uma representação distinta do processo, mas na verdade, a uma nova perspectiva de gerenciamento e de relacionamento com fornecedores e clientes. Analisar o processo, no qual as informações são criadas, comunicadas e utilizadas, permite entender as ligações críticas dentro da organização e entre a organização e o mercado possibilitando a identificação dos aspectos chave do desenvolvimento de produto em um ambiente de competição (CLARK & FUJIMOTO, 1991 apud AMARAL, 1997).

2.1.2. Fases do Processo de Desenvolvimento de Produto

O processo de desenvolvimento de produto é tipicamente estruturado em várias fases ou etapas. Vários autores apresentam diferentes estruturas do processo.

Estas diferenças dependem, por exemplo, do tipo do processo e das necessidades de cada caso.

WHEELWRIGHT & CLARK (1992), apresentam uma seqüência clássica de quatro fases que são: desenvolvimento do conceito, planejamento do produto, engenharia do produto e processo, e produção piloto e crescimento da produção.

HAMERI & NIHTILÄ (1998) propõe um ciclo de vida de produto para projetos “*one-of-a-kind*” resultado da análise de três ciclos usados recentemente em outras pesquisas. As fases que compõem este ciclo são: fase conceitual, fase de projeto, fase de manufatura e fase de operação.

Tradicionalmente, como mostra a estrutura proposta por WHEELWRIGHT & CLARK (1992), as últimas fases do processo são as fases de entrega do produto para a produção. HAMERI & NIHTILÄ (1998), para o caso de projetos “*one-of-a-kind*”, estendeu o processo até a fase de operação do produto.

A tendência atual consiste em expandir o escopo do desenvolvimento de produtos para que este inclua atividades de planejamento estratégico no início do processo e atividades de acompanhamento da produção e retirada do produto do mercado no outro extremo (ROZENFELD et al, 2000).

2.1.3. Particularidades do Desenvolvimento de Produto

Existem várias características que tornam o processo de desenvolvimento de produto único dentro das organizações. Essas particularidades são importantes, na medida que influenciam diretamente o gerenciamento desse processo, em particular, o gerenciamento das informações de engenharia.

Segundo AMARAL (1997), o desenvolvimento e lançamento de um produto, para a grande maioria das organizações, não é uma atividade rotineira como compras ou produção, mas sim um processo *ad-hoc* que pode durar anos. Cada desenvolvimento é diferente dos outros, pois possui suas dificuldades, problemas e requisitos particulares.

CLARK & FUJIMOTO (1991) destacam duas características do processo de desenvolvimento de produto que o diferencia dos outros processos industriais. Estas

características são a natureza cíclica de resolução de problemas e a consistência de detalhes. Grande parte das atividades de engenharia se baseia em um ciclo de projetar, construir e testar. Estas atividades compreendem, em geral, em quatro fases: reconhecer o problema, gerar alternativas, analisar a viabilidade de cada alternativa e definir a solução mais adequada. Esta característica do processo é que torna extremamente importante a integração e sobreposição das fases, pois cada uma delas está em contínua mudança podendo influenciar a outra (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

CLARK & FUJIMOTO (1991) ainda descrevem uma outra particularidade que é a consistência de detalhes. Geralmente, o desenvolvimento de um produto envolve diversos profissionais realizando diferentes atividades de modo que deva existir uma harmonia e uma consistência entre os detalhes, por exemplo, as especificações de um *commodity*, e o produto como um todo.

KRISHNAMURTHY & LAW (1995), em um estudo sobre o controle de modificações de engenharia, destacam o caráter multidisciplinar e evolucionário como duas particularidades do processo que influenciam significativamente no gerenciamento de informações.

A crescente complexidade dos produtos faz com que a maioria destes sejam compostos por componentes ou subsistemas de diversas naturezas diferentes. Por exemplo, o desenvolvimento de um carro exige que projetistas trabalhem com uma perspectiva individual em sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos, e também que estes sistemas trabalhem de forma integrada. Este aspecto contribui para a necessidade do desenvolvimento colaborativo de produtos, onde diversas equipes com especialidades distintas colaboram entre si para desenvolver um produto composto por diferentes tecnologias (KRISHNAMURTHY & LAW, 1995; OLSEN et al, 1995).

Outro aspecto colocado por estes autores é o caráter evolutivo do processo. O desenvolvimento de um produto, normalmente, inicia-se de uma idéia e algumas informações de mercado que evoluem transformando-se em informações mais complexas e detalhadas. Este aspecto faz com que o gerenciamento das informações torne-se mais complexo, exigindo, por exemplo, um rigoroso registro do histórico

das modificações de produto (KRISHNAMURTHY & LAW, 1995). A Tabela 1 resume as diversas particularidades do processo de desenvolvimento de produto e os respectivos significados.

Tabela 1: Resumo das Características do Desenvolvimento de Produto

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Processo <i>ad-hoc</i>	O fluxo de atividades não é totalmente estruturado e não compõem um processo rotineiro nas organizações
Natureza cíclica	Característica das funções de engenharia a se realizar em um ciclo projetar, construir e testar
Consistência de detalhes	Necessidade de garantir a consistência e a harmonia entre os detalhes do projeto e o produto como um todo
Multifuncionalidade	Propriedade do processo de exigir a participação de várias áreas funcionais de uma empresa (engenharia, manufatura, <i>marketing</i> , etc.)
Multidisciplinaridade	Propriedade do processo de exigir o domínio de diversas disciplinas do conhecimento (mecânica, eletrônica, etc.)
Caráter evolutivo	Caráter evolutivo das informações se desenvolvendo da forma mais abstrata para as mais detalhadas.

2.1.4. Tipos de Processos de Desenvolvimento de Produto

Todos os conceitos e características discutidos até o momento referem-se ao processo de desenvolvimento de produto de maneira genérica. Entretanto, existem diversos aspectos que moldam esse processo e fazem com que ele assuma diversas formas distintas. Aspectos como a complexidade do produto, o setor de atuação da empresa e o nível de inovação exigem diferentes configurações e formas de se gerenciar o processo de desenvolvimento de produto. WHEELWRIGHT & CLARK (1992), enfatizam a importância do grau de mudança que cada desenvolvimento incorpora e apresentam uma classificação do processo em relação a esse critério.

ROZENFELD & AMARAL (1999) apresentam uma detalhada tipologia para a identificação das características fundamentais que afetam a forma de gerenciar o processo de desenvolvimento de produto. Essa tipologia considera vários fatores que influenciam o processo como critérios para a classificação. Estes fatores são

divididos em três níveis: mercado, corporação e empresa. Para cada um dos fatores, é apresentado um conjunto dos possíveis tipos (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação do Processo de DP (ROZENFELD & AMARAL, 1999)

Nível	Fator		Tipos
Mercado	Setor		Automobilístico, aeronáutico, petroquímico, máquinas-ferramenta, eletrodomésticos, linha branca, indústria de base
	Concorrência		Monopólio, oligopólio competitivo, oligopólio diferenciado, concorrência perfeita
	Alvo	Geográfico	Local, regional, mundial
		Posição na cadeia de produção	Contato com cliente final, intermediário na cadeia de suprimentos
Corporação	Inserção		Unidade independente, matriz, filial
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento, participante de co-desenvolvimento
		Equipe	Local, regional, mundial
Empresa	Responsabilidade técnica		Centro de adaptação tecnológico, aquisição e adaptação de tecnologia, centro de desenvolvimento de produto, centro de desenvolvimento tecnológico de manufatura, centro de manufatura
	Estratégia	Competitiva	Custo, qualidade, tempo, misto
		Interprojetos	Novo, simultâneo, seqüencial, posterior
	Informações iniciais		Idéia, requisitos de desempenho, parte do projeto do produto, parte do projeto do produto e protótipos, produto em produção
	Complexidade do produto	Tecnologia principal	Mecânica, elétrica, eletrônica, mecatrônica, opto-eletrônica, química
		Interna	Número de componentes, números de linhas de código, número de insumos e etapas
		Interface com o usuário	Alta complexidade, baixa complexidade
	Grau de inovação		Pesquisa e desenvolvimento avançados, <i>breakthrough</i> ou radical, plataformas ou nova geração e derivados

2.2. A ABORDAGEM DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

A engenharia simultânea consolidou-se, nos últimos anos, como a principal abordagem de gestão do processo de desenvolvimento de produto. O termo engenharia simultânea surgiu da característica dessa abordagem de tentar reduzir o tempo de desenvolvimento inserindo concorrências nas etapas e atividades do processo. Atualmente, ela possui um significado mais abrangente, como uma filosofia de gerenciamento. Os tópicos seguintes apresentam alguns conceitos relacionados a esta abordagem.

2.2.1. Processo Seqüencial e Concorrente

Conforme mencionado anteriormente, o termo engenharia simultânea surgiu da tentativa dessa abordagem de inserir concorrências no processo tradicional de desenvolvimento de produto. O processo tradicional é caracterizado por uma seqüência bem definida de estágios, onde cada estágio inicia-se após o término do precedente. A Figura 3 ilustra um processo seqüencial que também é conhecido por outros nomes como engenharia serial ou método da chaminé (SYAN, 1994).



Figura 3: Processo Seqüencial (Adaptado de SYAN, 1994)

No método seqüencial de operação uma necessidade de modificação encontrada em um estágio avançado de desenvolvimento causa um grande impacto em custo e tempo em todo o processo. Além disso, o fato de uma atividade iniciar-se apenas após o término da anterior resulta em um grande número de modificações em estágios avançados do processo, quando estas modificações são mais custosas. A abordagem seqüencial possui diversas outras fraquezas (SYAN, 1994):

- Especificação insuficiente do produto resultando em uma excessiva quantidade de modificações;
- Pouca atenção às questões de manufatura durante as fases iniciais do projeto;
- As estimativas de custos não são confiáveis devido à grande quantidade de modificações em estágios avançados do projeto;
- A alta probabilidade de mudanças no final do projeto implica em custosas modificações de ferramental e equipamentos.

Em oposição ao método seqüencial, surgiu nos anos 90, a abordagem da engenharia simultânea para o gerenciamento do ciclo de vida do produto focada na redução do tempo de desenvolvimento. Esta abordagem procurava analisar o processo, reduzindo o tempo das atividades e das etapas, sem que isso representasse uma perda de qualidade do produto ou serviço. Surge então o conceito de concorrência entre atividades como uma das maiores forças da engenharia simultânea (PRASAD, 1996a).

A Figura 4 ilustra o processo concorrente e mostra a necessidade de intensificar o fluxo de informações entre as etapas.

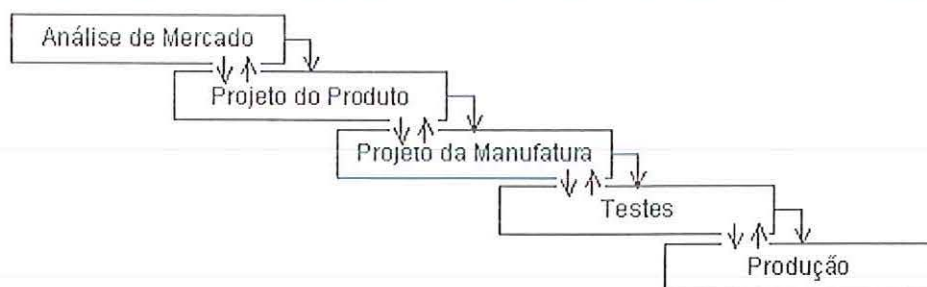


Figura 4: Processo Concorrente

2.2.2. Definições de Engenharia Simultânea

Atualmente, a abordagem da engenharia simultânea é reconhecida como uma filosofia essencial para as empresas atingirem competitividade global. Segundo CHEN & TSAO (1998), o principal ponto da engenharia simultânea é um processo

integrado e colaborativo, onde pessoas em diferentes disciplinas cooperam para projetar produtos e desenvolver os processos correspondentes através de coordenação, comunicação e controle.

Existem diversas definições de engenharia simultânea, cada uma enfatizando um ou outro aspecto ou classificando-a como uma metodologia de projeto ou uma filosofia de gestão. Algumas destas serão apresentadas a seguir.

Segundo WINNER et al (1988) apud PRASAD (1996a) engenharia simultânea é uma abordagem sistemática para integrar o desenvolvimento de produto e processos relacionados incluindo manufatura e suporte. Além disso, essa abordagem visa estimular os desenvolvedores a considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto, incluindo qualidade, custos, tempo e requisitos dos clientes.

CLEETUS (1992) apud PRASAD (1996a) acrescenta a esta definição a necessidade de enfatizar o processo de desenvolvimento de produto como uma resposta às expectativas dos clientes, onde uma equipe deve cooperar e compartilhar todas as decisões de projeto.

Segundo CLAUSING (1994), a engenharia simultânea é composta por dois elementos principais: o conceito de processo concorrente e o de time multifuncional de desenvolvimento.

Existem diversas outras definições de engenharia simultânea, cada uma enfatizando um ou outro aspecto distinto da abordagem, tais como, a necessidade de reduzir custos e maximizar a qualidade do produto ou o uso de técnicas e métodos de excelência (ELLIS, 1992 & SHINA, 1991 apud PRASAD, 1996a). Entretanto, é possível estabelecer um conjunto de princípios fundamentais que orientam essas definições. Estes princípios serão descritos a seguir:

- **Antecipar decisões e problemas:** a quantidade de incertezas no início dos projetos é bem maior que em etapas adiantadas, gerando uma maior dificuldade de decisões neste estágio. Contudo, antecipar decisões, problemas e a utilização de informações faz com que mais oportunidades sejam identificadas e que os problemas não sejam postergados para o final

do projeto, quando são mais críticos (PRASAD, 1996a; CLAUSING, 1994).

- **Processo de trabalho estruturado:** as pessoas não podem realizar diversas tarefas ao mesmo tempo, assim como os computadores. Contudo, as pessoas podem estruturar estas tarefas em um processo concorrente visível, para que seja executado, de forma otimizada, por pessoas, máquinas ou computadores (PRASAD, 1996a).
- **Alavancagem do trabalho em equipe:** um dos principais aspectos da engenharia simultânea consiste em desenvolver o trabalho em equipes, através da afinidade e confiança entre os membros, de objetivos comuns, de decisões baseadas em consenso e da atribuição de poder e propriedade às equipes (PRASAD, 1996a; CLAUSING, 1994);
- **Disseminação de informação e conhecimento:** utilização de técnicas e sistemas para garantir que as informações e a base de conhecimento esteja sempre disponível quando necessário (PRASAD, 1996a; CLAUSING, 1994).

Estes princípios complementam a definição de engenharia simultânea e devem guiar uma implementação dessa abordagem, pois estão diretamente relacionados aos inúmeros benefícios dessa abordagem.

2.3. DESENVOLVIMENTO COLABORATIVO E DISTRIBUÍDO

Este tópico visa apresentar os conceitos e as principais questões envolvidos no desenvolvimento de produto colaborativo e distribuído. Para isso, serão apresentados os conceitos gerais de colaboração no desenvolvimento de produto e de desenvolvimento distribuído.

2.3.1. Colaboração no Desenvolvimento de Produto

O conceito de colaboração entre organizações tem sido definido de várias formas, e mesmo uma breve observação da literatura revela que existe pouca

concordância entre os termos utilizados (LITTLER et al, 1995). Práticas como fusões, *joint ventures* e acordos entre empresas se tornaram rotineiras e importantes na vida das organizações modernas e têm sido rotuladas com vários nomes tais como parcerias, colaboração, alianças, redes, empresas virtuais, entre outros (AMARAL, 1997). Neste trabalho serão utilizados os termos genéricos colaboração ou trabalho colaborativo com o significado de uma união de esforços para atingir vantagens mútuas (AMARAL, 1997).

YOSHINO & RANGAN (1996) descrevem vários tipos de associações entre empresas e classificam algumas como um sistema de colaboração de acordo com três características necessárias e suficientes¹:

- As duas ou mais empresas que se unem para cumprir um conjunto de metas combinadas permanecem independentes depois da formação da aliança;
- As empresas parceiras compartilham dos benefícios da aliança e controlam o desempenho das tarefas especificadas;
- As empresas parceiras contribuem continuamente em uma ou mais áreas estratégicas cruciais, como tecnologia ou produtos, por exemplo.

De acordo com estes requisitos é possível qualificar, por exemplo, que acordos de licenciamento e franquia não são sistemas de colaboração, pois não exigem transferência contínua de tecnologia, produtos ou qualificações. Por outro lado, relações entre clientes e fornecedores para desenvolvimento conjunto de produtos se enquadram na definição de colaboração. A Figura 5 ilustra a amplitude das possíveis associações entre empresas, destacando o conjunto que pode ser caracterizado como colaboração segundo YOSHINO & RANGAN (1996).

¹ YOSHINO & RANGAN (1996) utilizam o termo “aliança”, que neste texto equivale à colaboração.

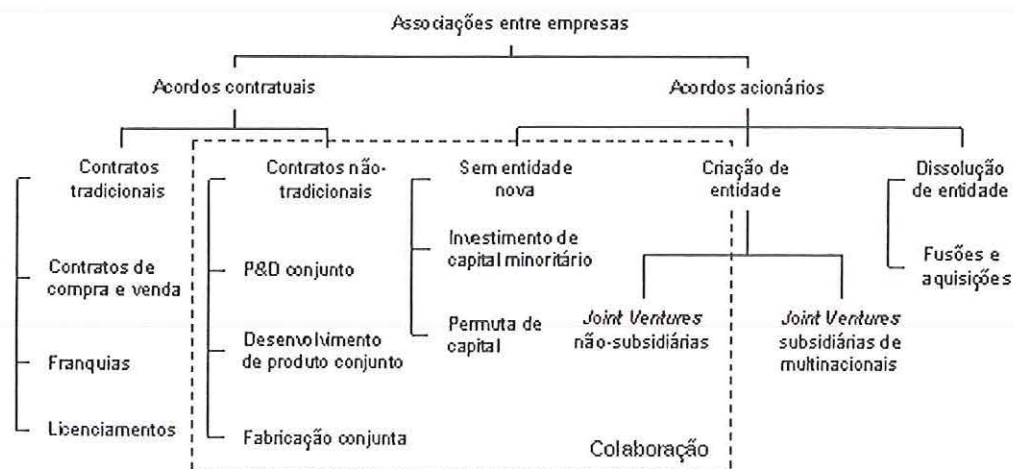


Figura 5: Associações entre Empresas (Adaptado de YOSHINO & RANGAN, 1996)

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 de manufatura enfrentam (LITTLER et al, 1995). Contudo, conforme alertam LITTLER et al (1995), a colaboração também é encarada como um dos mais problemáticos aspectos de gerenciamento desse processo.

O desenvolvimento colaborativo pode acontecer de várias formas, envolvendo 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, e em vertical, quando integra clientes e fornecedores da mesma cadeia de valor (LITTLER et al, 1995; BRUCE et al, 1995; TIDD, 1995).

WECK & KLEMENT (2000), classificam as formas de colaboração no desenvolvimento de produtos em três categorias. Segundo os autores, um processo de desenvolvimento geralmente precisa das seguintes formas de colaboração com recursos externos: uso de catálogo *on-line* de produtos, terceirização parcial do desenvolvimento e desenvolvimento externo de partes do produto.

Dentre as diversas formas de colaboração no desenvolvimento de produto, uma das mais estudadas, é o relacionamento entre clientes e fornecedores. O tópico seguinte descreve com mais detalhes este ponto.

2.3.2. Relacionamento e Colaboração Cliente-Fornecedor

O relacionamento entre clientes e fornecedores no processo de desenvolvimento de produto tem sido intensivamente estudado nos últimos anos por diversos autores (BRUCE et al, 1995; HARTLEY et al, 1997; BIDAULT et al, 1998; DOWLATSHI, 2000; HUANG et al, 2000). Na sua origem, devido à ênfase em envolver os fornecedores cada vez mais cedo no processo, o termo “*Early Supplier Involvement*” – (ESI), foi cunhado e ainda hoje é utilizado como sinônimo de colaboração cliente-fornecedor. BIDAULT et al (1998) definem ESI como uma forma vertical de cooperação onde empresas de manufatura envolvem os fornecedores nas primeiras fases do processo de desenvolvimento de novos produtos.

CLARK & FUJIMOTO (1991) apresentam diferentes formas de relacionamento entre clientes e fornecedores levantadas em um estudo sobre o processo de desenvolvimento de produto na indústria automobilística mundial. Segundo os autores, diferentes tipos de partes fornecidas definem diferentes padrões para o relacionamento e a troca de informação entre clientes e fornecedores. Os diferentes tipos são: partes de propriedade do fornecedor, *black box* e partes de controle detalhado do cliente (CLARK & FUJIMOTO, 1991):

- **Partes de propriedade do fornecedor:** são componentes geralmente vendidos por catálogos e totalmente desenvolvidos e produzidos pelos fornecedores. A principal vantagem desse sistema é a economia de escala atingida ao produzir o mesmo componente para diversos veículos. A desvantagem é a falta de controle da montadora sobre a engenharia do componente;
- **Black Box:** componentes *black box* são geralmente partes funcionais ou submontagens. Neste caso a montadora gera as informações básicas para o desenvolvimento como requisitos de desempenho, especificações, *layout*, especificações da interface, e o fornecedor é responsável pelo desenvolvimento. A vantagem para a montadora ao usar este sistema é o aproveitamento da experiência e conhecimento de engenharia do fornecedor;

- Partes de controle detalhado do cliente:** as partes de controle detalhado do cliente são desenvolvidas em sua maior parte pelas montadoras. Os fornecedores ficam responsáveis por desenvolver os planos de processo e pela manufatura. Em alguns casos (como as partes da carroceria) os clientes podem desenvolver até os planos de processo e o ferramental. Este sistema é vantajoso quando a montadora visa manter um detalhado controle técnico sobre o produto.

A Figura 6 ilustra exemplos típicos de fluxos de informação para os diferentes tipos de partes fornecidas.

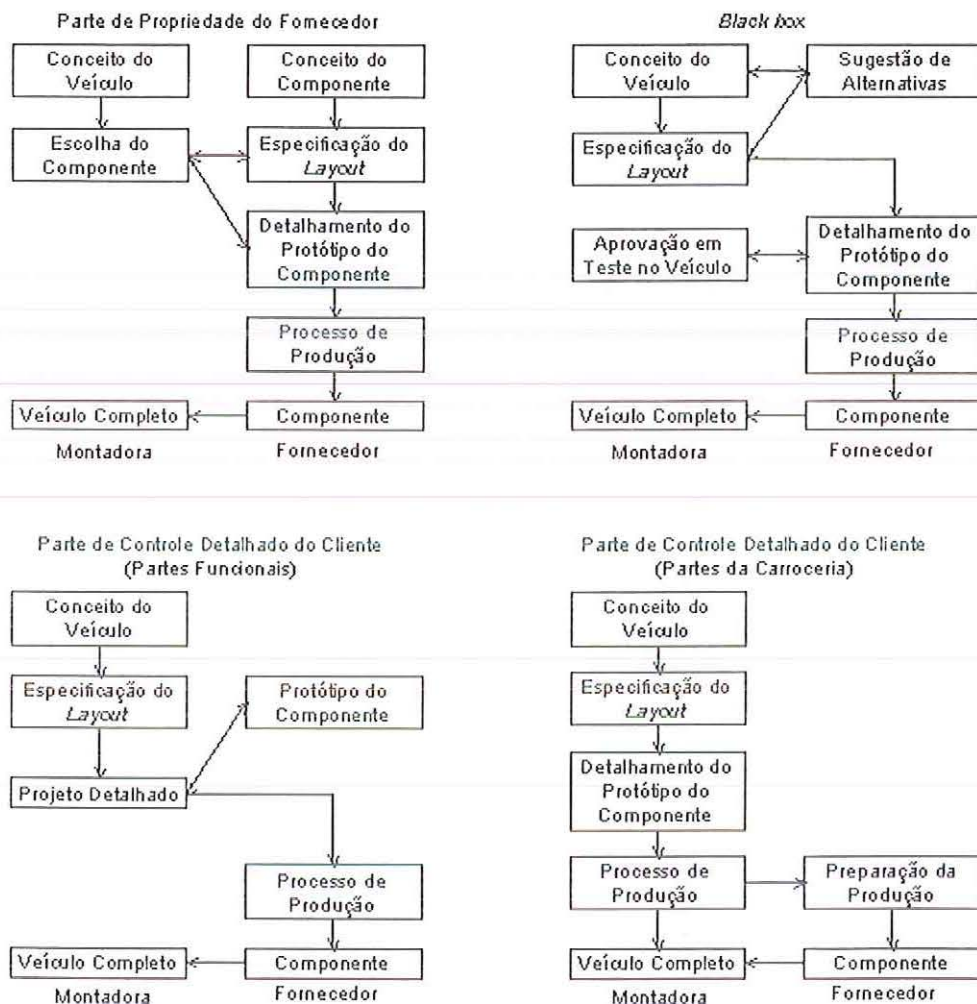


Figura 6: Fluxo de Informação para Diferentes Tipos de Componentes (Clark & Fujimoto, 1991) p. 141

KAMATH & LIKER (1994), em um estudo realizado nas montadoras japonesas, apresentam um modelo para a classificação da ligação entre cliente e fornecedor em relação ao nível de responsabilidade que o fornecedor assume no processo. Esse modelo possui quatro níveis de envolvimento, variando da parceira, onde as responsabilidades entre cliente e fornecedor se equivalem, até um acordo contratual, onde o fornecedor é usado como uma extensão do sistema de manufatura do cliente (Tabela 3).

Tabela 3: Tipos de Relacionamento Cliente-Fornecedor Segundo KAMATH & LIKER (1994)

TIPO DE RELAÇÃO	DESCRIÇÃO	RESPONSABILIDADE
Parceria	Relação de igualdade entre cliente e fornecedor. O fornecedor domina tecnologia e possui alcance global	O fornecedor assume o desenvolvimento de subsistemas e participa desde o início do projeto como um braço do cliente
Maduro	O cliente mantém uma posição superior no relacionamento	O fornecedor assume montagens complexas, porém especificações e alternativas são oferecidas pelo cliente.
Iniciante	O cliente apresenta sua necessidade e o fornecedor procura responder.	Os fornecedores assumem montagens simples. O cliente especifica os requisitos e o fornecedor executa.
Contratual	Os fornecedores são usados como uma extensão da capacidade do sistema de manufatura do cliente.	Os fornecedores assumem peças simples e <i>commodities</i> .

HAAG & VROOM (1996), apresentam uma classificação semelhante, porém focada na categorização do fornecedor. O modelo propõe duas dimensões de análise: o nível de envolvimento no DP e a complexidade do produto fornecido. Em relação à complexidade os fornecedores podem ser dos tipos:

- *Main Supplier*: no caso em que fornecem produtos mais complexos como subsistemas, montagens e módulos;

- *Co-supplier*: quando fornecem componentes e peças menos complexas.

Em relação ao nível de envolvimento no processo de desenvolvimento de produto os fornecedores podem ser classificados em (HAAG & VROOM, 1996):

- *Co-developer*: o fornecedor se envolve em quase todas as fases do desenvolvimento, participando do projeto do produto fornecido e de sua produção;
- *Co-maker*: o fornecedor desenvolve atividades de engenharia do componente ou subsistema fornecido, porém só influencia no projeto do produto indiretamente na especificação de requisitos funcionais;
- *Jobber*: o fornecedor desse tipo não participa do desenvolvimento do produto, somente é responsável por desenvolver o processo de produção e produzir.

PRASAD (1996a), descreve três formas pelas quais fornecedores e clientes podem compartilhar responsabilidades durante o ciclo de vida de um produto. Essas formas, que serão apresentadas a seguir, do menor para o maior nível de compartilhamento de responsabilidade, são: especificação e contrato formal de compra, acordo contratual em duas fases, e parceria e aprendizado mútuo.

O processo tradicional de compartilhamento de responsabilidades entre clientes e fornecedores acontece através de especificação e do contrato formal de compra. Nesse processo o cliente inicia o desenvolvimento do produto através do desdobramento dos requisitos em especificações. Essas especificações são então enviadas para os fornecedores para que estes enviem uma cotação. Após aceite e contratado o fornecimento pelo cliente, o fornecedor inicia o desenvolvimento do produto ou componente a ser fornecido (Figura 7). Dois defeitos principais caracterizam esta forma de relacionamento. Primeiro, o fornecedor atua como uma entidade externa ao desenvolvimento, e segundo, como o fornecedor não participa do desenvolvimento das especificações diminui-se a chance de que os requisitos iniciais sejam atendidos. Outro problema eminente consiste no dispêndio de tempo que estas transações exigem, resultando em um processo longo de desenvolvimento de produto (PRASAD, 1996a).

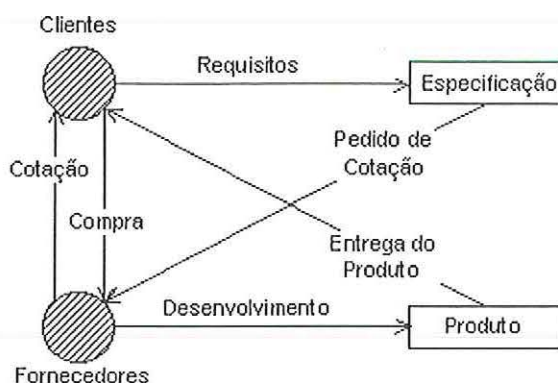


Figura 7: Relacionamento Tradicional (Adaptado de PRASAD, 1996a)

Para aliviar um dos principais problemas do modo tradicional, que é a perda de tempo até que o cliente obtenha a especificação, algumas empresas adotam uma solução onde as transações são realizadas em duas fases. Na primeira fase, enquanto o cliente ainda está desenvolvendo as especificações, um acordo menos formal é firmado entre as partes e o cliente envia requisitos preliminares para o fornecedor que pode iniciar o trabalho de desenvolvimento. Em uma segunda etapa, com as especificações firmadas, um contrato formal é fechado entre cliente e fornecedor (Figura 8). Esta abordagem aumenta a sinergia e a colaboração entre os envolvidos, porém pode ser de difícil execução com o governo, por exemplo, que exige contratos formais mais rígidos (PRASAD, 1996a).

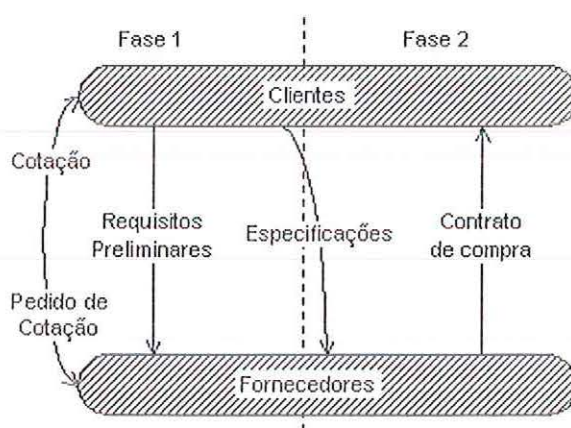


Figura 8: Acordo Contratual em Duas Fases (Adaptado de PRASAD, 1996a)

Uma terceira alternativa para o relacionamento cliente-fornecedor, consiste em incluir fornecedores e sub-contratados desde o início do processo e um intenso trabalho de colaboração. Nessa configuração, a participação dos fornecedores no

time de desenvolvimento permite que a colaboração seja realizada em todos os níveis e que os conceitos de engenharia simultânea sejam melhor aplicados (Figura 8).

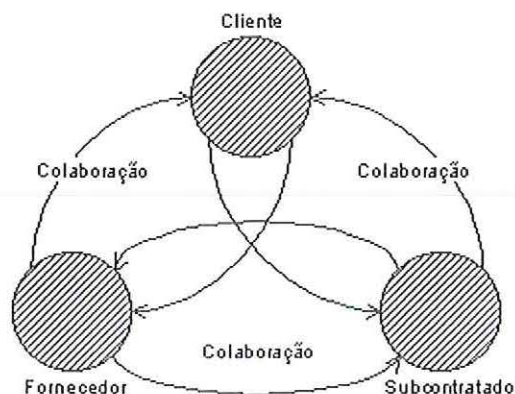


Figura 9: Parceria e Aprendizado Mútuo (Adaptado de PRASAD, 1996a)

A Tabela 4 resume as classificações de colaboração cliente-fornecedor propostas pelos diferentes autores e apresentadas anteriormente.

Tabela 4: Resumo dos Tipos de Relação Cliente-Fornecedor

AUTORES	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO	TIPOS DE RELAÇÃO
Clark & Fujimoto (1991)	Tipo do componente fornecido	Partes de propriedade do Fornecedor
		Black Box
Kamath & Liker (1994)	Nível de responsabilidade do fornecedor	Partes de controle detalhado do cliente
		Parceria
		Maduro
		Iniciante
Haag & Vroom (1996)	Complexidade do componente fornecido	Contratual
		Main Supplier
	Nível de envolvimento no processo	Co-supplier
		Co-developer
		Co-maker
Prasad (1996a)	Processo de trabalho	Jobber
		Tradicional
		Acordo contratual em duas fases
		Parceria e aprendizado mútuo

2.3.3. Benefícios e Riscos do Desenvolvimento Colaborativo

Diversos trabalhos investigam os fatores e potenciais benefícios que estimulam as empresas a adotarem estratégias e práticas de colaboração no processo de desenvolvimento de produto.

CLARK & FUJIMOTO (1991), em um dos principais trabalhos realizados sobre o assunto, analisam a relação entre o escopo do projeto, ou seja, a “quantidade” de projeto que é realizado por uma empresa, e o envolvimento de clientes e fornecedores. Os autores concluem que o envolvimento dos fornecedores diminui o tempo de desenvolvimento e melhora a produtividade, porém pode comprometer a qualidade do produto.

LITTLER et al (1995) compilam um conjunto destes benefícios que estimulam a prática da colaboração no desenvolvimento de produto, alguns também sugeridos por outros autores.

- Inovação tecnológica, acesso a novas tecnologias, habilidades ou informações necessárias para o desenvolvimento de um produto (TIDD, 1995);
- Possibilidade de compartilhar custos e riscos envolvidos em processos inovadores (TIDD, 1995);
- Possibilidade de reduzir o ciclo de desenvolvimento em relação ao desenvolvimento independente (CLARK & FUJIMOTO, 1991);
- Possibilidade de aproximar competidores e rivais, gerenciando este relacionamento e tornando-o um aliado;
- Possibilidade de realizar *benchmarking* com o parceiro ou de imitar práticas e produtos;

Apesar das significativas vantagens que um sistema de colaboração pode oferecer, existem diversos riscos e dificuldades associados. Contudo, estes aspectos negativos são raramente tratados na literatura. Segundo PORTER (1990) apud BRUCE et al (1995) “a maioria das alianças de colaboração são instáveis, difíceis de gerenciar e somente alianças altamente seletivas irão suportar uma verdadeira

vantagem competitiva”. Alguns riscos que as empresas envolvidas em um projeto de colaboração enfrentam serão destacados a seguir (BRUCE et al, 1995):

- Possibilidade de vazamento, entre os parceiros de colaboração, de *know-how*, experiências, habilidades e conhecimentos tácitos em geral que formam a base da competitividade da empresa;
- Possibilidade de trocar informações e experiências, permitindo que o parceiro se habilite a conquistar um mercado, que era exclusivo da outra empresa, tornando-se um competidor;
- Os custos envolvidos na criação e administração da colaboração, que geralmente não são considerados, podem ser muito elevados não justificando os benefícios da parceria;
- O fato de colaborar significa dividir ou compartilhar o controle do processo. Em muitos casos essa redução de controle direto não é bem aceita pelas empresas;
- Perda de eficiência do processo, que pode ser causada por dois motivos: a tentativa de garantir uma divisão equilibrada de esforços entre as partes e a inserção de tarefas de manutenção da colaboração.

BRUCE et al (1995), em uma pesquisa realizada em empresas de tecnologia de informação e comunicação, procuraram levantar a complexidade envolvida na colaboração. Os resultados do trabalho mostram que cerca de 40% das empresas analisadas expressaram que, nas suas experiências, a colaboração no desenvolvimento de produto tornou o processo mais custoso, mais complicado, menos eficiente, mais demorado e mais difícil de controlar e gerenciar.

2.3.4. Ambientes Distribuídos de Desenvolvimento de Produto

As dificuldades envolvidas no desenvolvimento de produto são significativamente acentuadas em um ambiente colaborativo (LITTLER et al, 1995), principalmente quando é necessário que equipes de projeto distribuídas geograficamente trabalhem em conjunto.

A co-locação de equipes nos projetos de desenvolvimento de produto é uma das práticas mais indicadas pela abordagem de engenharia simultânea. Permitir que profissionais de diversas disciplinas, necessárias para o projeto de um produto complexo, trabalhem em um mesmo local trocando informações e comunicando-se face a face resulta em significativos ganhos de integração e produtividade.

Contudo, diversos autores (HAMERI & NIHTILÄ, 1997; ROY & KODKANI, 2000; MONPLAISIR, 1999; PEÑA-MORA et al, 1996) destacam a dificuldade prática, em muitos casos, de viabilizar a co-locação de equipes e apontam a necessidade de coordenar o trabalho entre unidades geograficamente distribuídas como uma solução necessária.

A necessidade de colaboração entre times de projeto dispersos geograficamente, através de organizações que mantêm sistemas de informação e comunicação incompatíveis, é um resultado natural de fatores como o aumento da complexidade dos produtos, a demanda dos clientes por alta qualidade e baixos custos, os conseqüentes investimentos em tecnologia de informação e o crescimento das fusões e aquisições entre as empresas (ROY & KODKANI, 2000).

HAMERI & NIHTILÄ (1997) afirmam que a co-locação de times é um luxo e raramente possui o alcance para grandes projetos multinacionais. Como alternativa, os autores colocam que o desenvolvimento da tecnologia de informação permitirá a co-locação virtual.

A competição, em todos os setores da economia, possibilita a poucos negócios o privilégio de sobreviver concentrando-se em mercados locais. A concentração tradicional em mercados locais é o simples resultado das possibilidades tradicionais (MAY, 2000). A expansão dos mercados, na maioria dos casos, implica na necessidade de envolver representantes de regiões dispersas no desenvolvimento de produto. MONPLAISIR (1999) cita o exemplo da indústria automotiva, onde o projeto de um carro global pode envolver times distribuídos pela Europa, América do Sul e América do Norte. O trabalho desses times, distribuídos em diversos continentes, deve ser apoiado por sistemas que facilitem o compartilhamento de informações e dados de projeto.

Estes ambientes apresentam um conjunto de características que dificultam a condução e o gerenciamento dos projetos. CHEN & JAN (2000), em uma análise sobre o gerenciamento de informações de engenharia, destacam os seguintes fatores:

- **Necessidade de controle da comunicação e de processos entre empresas:** no desenvolvimento de produto em um ambiente distribuído os processos e atividades atravessam as organizações exigindo que exista um controle dos processos e da comunicação entre as empresas;
- **Uso de sistemas heterogêneos pelas empresas:** outra característica dos ambientes distribuídos refere-se a heterogeneidade dos sistemas de informação, ou seja, empresas distintas usam diferentes padrões de sistemas e aplicativos, muitas vezes dificultando a comunicação entre elas;
- **Segurança das informações e dos sistemas computacionais:** a questão da segurança sempre surge quando duas empresas precisam abrir e trocar informações. Em ambientes distribuídos onde a troca de informação deve ser intensa a preocupação com a segurança se faz necessária;
- **Uso de formatos distintos de dados de engenharia e de base de dados:** devido a heterogeneidade dos sistemas e aos diferentes procedimentos de operação as empresas geralmente utilizam formatos distintos de dados e de base de dados, o que dificulta a comunicação em um ambiente distribuído.

Em um ambiente distribuído de desenvolvimento de produto duas ou mais equipes de projeto devem trabalhar em conjunto e de forma colaborativa. Como foi colocado anteriormente, o fato dos times estarem distribuídos não é, na maioria dos casos, um fator que contribui para um bom desempenho do processo. Pelo contrário, esta solução só é adotada devido à inviabilidade prática de se criar um ambiente único onde as equipes possam trabalhar co-locadas e se comunicando face a face.

3. GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Após a apresentação dos conceitos de desenvolvimento de produto, de colaboração e de desenvolvimento distribuído, este capítulo discutirá as questões envolvidas no gerenciamento das informações que são criadas e manipuladas no processo de desenvolvimento de produto. Contudo, este capítulo não abordará esta questão sob a ótica dos sistemas de informação, mas sim de uma forma mais genérica, como processos e técnicas de gerenciamento.

Serão apresentados os conceitos de informação e especificamente de informação de engenharia, uma definição de gerenciamento de informação como processo e as principais práticas de gerenciamento de informações no desenvolvimento de produto.

3.1. O CONCEITO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA

3.1.1. Dados, Informação e Conhecimento

Antes de definir gerenciamento de informações é necessário esclarecer o que é informação e qual a diferença entre outros termos correlacionados como “dado” e “conhecimento”. DAVENPORT & PRUSAK, (1998) colocam que “a confusão entre dado, informação e conhecimento, ou seja, o que significam e em que diferem, tem gerado grandes dispêndios com iniciativas de tecnologia que raramente produzem resultados satisfatórios”. Além disso, “por mais primário que possa soar, é importante frisar que dado, informação e conhecimento não são sinônimos.”

Segundo os mesmos autores, a diferença entre esses elementos é uma questão de grau. Ou seja, o que difere dado de informação e conhecimento é o nível de utilidade ou nível de significado que o elemento carrega.

Dados, os elementos com menor grau de significado, são os fatos em sua forma primária, como por exemplo, o nome de um empregado ou o número de horas trabalhadas em uma semana (STAIR, 1998). A importância dos dados está no fato de que algumas organizações, como bancos e seguradoras, são totalmente fundamentadas na manipulação de dados, além do que, os dados são a matéria prima essencial para a criação de informação (DAVENPORT & PRUSAK, 1998).

Informação, segundo MILLER apud PIGNATARI (1983), é o que precisamos quando devemos fazer uma escolha. A informação é um conjunto de fatos organizados de tal forma que adquirem valor adicional além do valor do fato em si. A transformação de dados em informação acontece através de um processo que atribui significado e valor para o dado (Figura 10). Este processo pode acontecer através de vários métodos conforme descrito por DAVENPORT & PRUSAK (1998):

- **Contextualização:** atribuindo uma finalidade ao dado coletado;
- **Categorização:** conhecendo as unidades de análise ou os componentes essenciais dos dados;
- **Cálculo:** analisando os dados matematicamente ou estatisticamente;
- **Correção:** eliminando erros dos dados;
- **Condensação:** resumindo os dados para uma forma mais concisa.

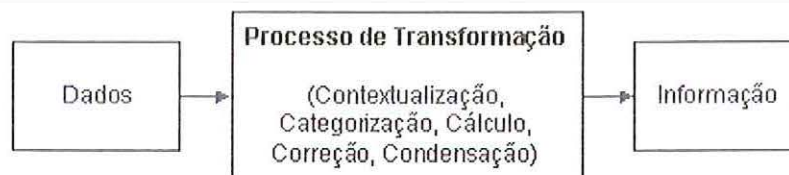


Figura 10: Processo de Transformação de Dados em Informação (Adaptado de STAIR, 1998)

Segundo MCGEE & PRUSAK (1994) a informação é dinâmica e capaz de criar grande valor para as empresas. É o elemento que mantém as organizações

unificadas. Entretanto, o valor da informação também depende de sua qualidade, de forma que, quanto maior a qualidade da informação maior seu valor para a organização. STAIR (1998) relaciona um conjunto de características das informações de qualidade. Estas características são:

- **Precisa:** uma informação precisa não contém erros. Em alguns casos, a imprecisão é resultado da transformação de dados incorretos;
- **Completa:** a informação completa contém todos os fatos importantes que compõem seu significado;
- **Econômica:** o baixo custo da informação é um fator importante para a sua qualidade;
- **Flexível:** a informação flexível pode ser utilizada para diversas finalidades, ou seja, quanto maior o número de decisões que podem ser tomadas com uma determinada informação, maior é sua flexibilidade e maior sua qualidade;
- **Confiável:** a confiabilidade de uma informação é um indicador de sua qualidade. Na maioria dos casos a confiabilidade está associada à fonte da informação;
- **Relevante:** toda informação é relevante pela sua definição, ou seja, a informação é um dado que faz a diferença. Contudo, diferentes níveis de relevância indicam diferentes níveis de qualidade da informação;
- **Simple:** uma informação de qualidade deve estar limitada aos aspectos essenciais, sem complexidade desnecessária;
- **Em tempo:** a informação deve estar disponível ou ser enviada no tempo certo para que sua qualidade não seja comprometida;
- **Verificável:** por fim, uma informação de qualidade deve ser verificável, isto é, pode-se checá-la para saber se está correta.

Estas características, que definem uma informação de qualidade, serão úteis posteriormente para definir o gerenciamento de informações, que simplificada consiste em garantir estas qualidades, na medida certa, para toda a organização.

Além de dado e informação é necessário definir conhecimento. Os termos conhecimento ou gestão do conhecimento estão em grande evidência nos últimos anos. DAVENPORT & PRUSAK (1998) definem conhecimento como “uma mistura de experiência condensada, valores, informação contextual e *insight* experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações”. O conhecimento também pode ser definido como um elemento com um grau superior de valor em relação à informação. Para que informação seja transformada em conhecimento todo o trabalho deve ser feito pelas pessoas através de comparações, conexões, análises de consequência e discussões (DAVENPORT & PRUSAK, 1998).

No contexto de processos e sistemas de gerenciamento os termos dado, informação e conhecimento são usados de maneira distinta por vários autores. Alguns se limitam a usar o termo gerenciamento de dados de modo geral, enquanto outros usam o termo gerenciamento de conhecimento, mesmo tratando apenas da manipulação de dados ou informações. Neste trabalho será utilizado, na maioria dos casos, o termo informação com um sentido genérico, mesmo que, em algumas vezes se esteja tratando de dados ou de conhecimento.

3.1.2. Características das Informações de Engenharia

O escopo deste trabalho está limitado a um conjunto particular de informação: as informações de engenharia. Isto é, todo tipo de informação que é criada e manipulada no processo de desenvolvimento de produto. Exemplos de informações desse tipo são desenhos técnicos, croquis, lista de materiais, processos de fabricação, especificações técnicas, relatórios de testes, informações de mercado, entre outras.

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 dos 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 processo de desenvolvimento de produto é por natureza um processo de experimentação e solução 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.

3.1.3. Classificação das Informações de Engenharia

O caráter granular, heterogêneo e proliferativo das informações de engenharia faz com que esta assumam diversos tipos, formas e funções. Vários autores apresentam

taxionomias 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 & 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. Este tipo de informação é produzido por algum aplicativo de engenharia (CAD/CAE/CAM, por exemplo) e assume o formato de um arquivo digital ou um documento (CLEETUS, 1995). Cabe, neste momento, apresentar uma definição de documento. Segundo BIELAWSKI & BOYLE (1997), um documento é um container que abriga um conjunto de informações estruturadas em torno de um tema específico, podendo ser proveniente de diversos aplicativos e assumir várias formas.

Ao 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 Tabela 5 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.

Tabela 5: Comparação entre Dados Simples e Documentos (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)

	DADOS SIMPLES	DOCUMENTOS
Idade da tecnologia	Mais de 30 anos	Menos de 10 anos
Relacionamentos	Simple, 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

CHEN & HSIAO (1997), em uma análise de requisitos funcionais para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento colaborativo de dados de engenharia, propõem uma classificação em três tipos: dados de engenharia, de processo e organizacional.

Os dados de engenharia incluem modelos de produto, desenhos, planos de engenharia, como planos de fabricação, de testes e de montagem, ou seja, todas as informações relacionadas ao produto ou ao processo de fabricação desse produto. Dados de processo estão relacionados ao processo de desenvolvimento de produto e podem ser cronogramas, procedimentos, etc. Os dados organizacionais estão relacionados às pessoas e aos times, tais como, disponibilidade, capacidade, responsabilidade e posições no desenvolvimento de um produto (CHEN & HSIAO, 1997).

Esta classificação foi, em um trabalho mais recente, modificada como o intuito de englobar todas as informações que precisam ser compartilhadas no desenvolvimento de produto colaborativo. Como resultado, as informações foram categorizadas, conforme mostra a Figura 11, em informações de fluxo, informações de referência e informações de comunicação (CHEN & JAN, 2000).

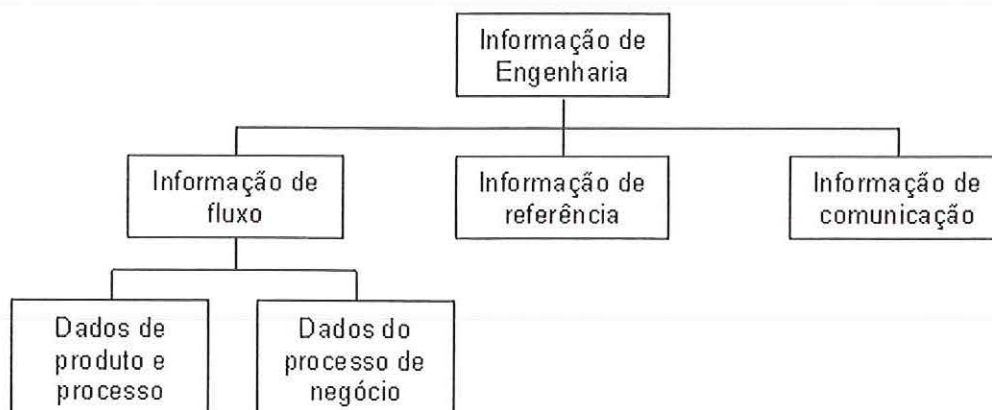


Figura 11: Classificação das Informações de Engenharia (CHEN & JAN, 2000)

Informação de fluxo inclui todas as informações de produto e processo de fabricação e dados do processo de desenvolvimento de produto. Exemplos de informações de produto e processo são desenhos de engenharia, planos de processo, planos de testes. Basicamente, são os resultados das atividades de engenharia. As informações do processo de negócio são aquelas que controlam as atividades, por exemplo, ordens de trabalho, propostas, notificações de mudança, etc. Exemplos de informações de referência são dados de material, normas e padrões, dados de histórico, 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 & JAN, 2000).

Conforme apresentado, as informações de engenharia podem variar em um vasto espectro de tipos e formas. Elas podem ser desde simples anotações em um pedaço de papel ou um código de barra até sofisticados arquivos eletrônicos, bases de dados com informações sobre geometrias ou documentos estruturados como definições de produtos e relatórios (VERNADAT, 1994). A seguir serão apresentadas algumas formas típicas de representação e modelagem dessas informações.

3.2. REPRESENTAÇÃO E MODELAGEM DAS INFORMAÇÕES DE ENGENHARIA

Para que as informações de engenharia possam ser utilizadas e comunicadas elas precisam ser modeladas ou representadas de alguma forma que todos os agentes envolvidos, seja uma pessoa ou um computador, compreendam. Entretanto, as técnicas de modelagem e representação variam muito conforme o tipo da informação, e conforme os objetivos da modelagem. Os tópicos seguintes abordarão as formas de representação e modelagem de dados de produto e das informações do processo de desenvolvimento de produto.

3.2.1. Representação e Modelagem de Dados de Produto

Segundo VERNADAT (1996), o modelo de um produto é usado para representar suas características geométricas e não geométricas, assim como os detalhes do projeto do produto e de suas partes através de todo o ciclo de vida do produto.

Os primeiros trabalhos sobre modelagem dos dados de produto surgiram focando no desenvolvimento de estruturas de dados para suportar os sistemas CAD (HUANG et al, 1999). Nesta área é possível destacar diversas formas de representação e modelagem limitadas na descrição da geometria de componentes mecânicos sólidos. Segundo CHANG & WYSK (1985) existem sete diferentes tipos de esquemas para representação gráfica de peças tridimensionais. Entre eles destacam-se o sistema *Wire-Frame*, que representa o sólido através de linhas (por isso não é considerado um sistema de modelagem, mas de representação), o *Constructive Solid Geometry* (CSG), que usa sólidos primitivos para modelar a peça através de operações booleanas, e o *Boundary Representation* (B-rep), que modela o sólido através da composição de superfícies.

Estas técnicas de representação e modelagem apresentadas anteriormente se preocupam exclusivamente com a geometria do sólido ou a representação de esquemas e desenhos, ignorando outros aspectos como o relacionamento entre componentes, especificações de processo etc. HUANG et al (1999), em um trabalho sobre técnicas de projeto para excelência (DFX – *Design for Excellence*), colocam

que existem três fatores que precisam ser considerados na modelagem de dados de produto:

- **Composição:** o que constitui o produto;
- **Configuração:** como os componentes que constituem o produto estão relacionados uns com os outros;
- **Características:** o que descreve os componentes do produto e seus relacionamentos.

O tópico seguinte apresenta alguns conceitos relacionados à estrutura de produto como uma forma mais geral de representar um produto.

3.2.1.1. Representação da Estrutura de Produto

Segundo a APICS (1992), uma estrutura de produtos (BOM – *Bill of Materials*) é uma lista de todas as submontagens, componentes, matérias-primas e itens comprados que são utilizados na fabricação ou montagem de um produto, mostrando as relações de precedência e quantidade de cada item.

OLIVEIRA (1999) apresenta um exemplo de uma estrutura de produtos simples onde o item A é composto por quatro unidades do item comprado C e duas do item B, que consome em sua fabricação uma unidade da matéria-prima D (Figura 12).

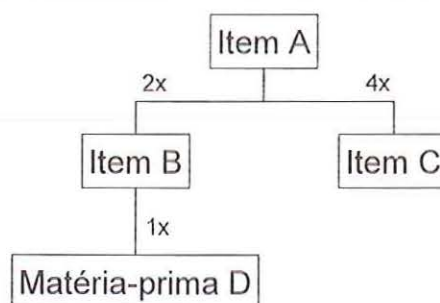


Figura 12 : Exemplo de uma Estrutura de Produto (Fonte: OLIVEIRA, 1999)

A representação de um produto e seus componentes na forma de uma estrutura hierárquica é útil para diversas funções de engenharia e produção e tem sido largamente utilizada pelas empresas de manufatura. Nos últimos anos, entretanto,

alguns autores estão enfatizando a necessidade de associar à estrutura de produtos, além de componentes e materiais, todas as informações do produto, como desenhos, modelos geométricos e planos de processo. Dessa forma, a estrutura de produto assumiria função integradora no gerenciamento das informações (CHEN & HSIAO, 1997; CLEETUS, 1995).

CLEETUS (1995), baseado em sua classificação das informações de engenharia, em dados básicos e estruturas complexas, propõe uma forma de modelagem de dados de produto nomeada de *Unified Product Data Model* (UPDM), como uma extensão do conceito tradicional de estrutura de produto.

O UPDM é construído como uma estrutura em árvore do produto com o relacionamento básico “parte de”, característico da estrutura de produto convencional, expressando sucessíveis níveis hierárquicos de decomposição do produto. Além do relacionamento “parte de”, outros tipos de relacionamento compõem este modelo. A representação de um item da estrutura, seja um produto, um componente ou uma submontagem, pode se dar através de várias formas, ou várias perspectivas. Por exemplo, um componente pode ser representado do ponto de vista de um modelo sólido do tipo CSG, por uma análise de tensão ou de uma descrição do material. Este tipo de relacionamento foi nomeado como “perspectiva de”. Um outro relacionamento, “atributo de”, especifica as características dos elementos, que podem ser dados simples ou estruturas complexas. Associado ao relacionamento “atributo de”, o modelo incorpora o importante aspecto das dependências entre as informações através de um relacionamento “depende de”, que indica quais elementos devem ser notificados caso o valor de um atributo seja modificado (CLEETUS, 1995). A Figura 13 ilustra um exemplo da aplicação do UPDM.

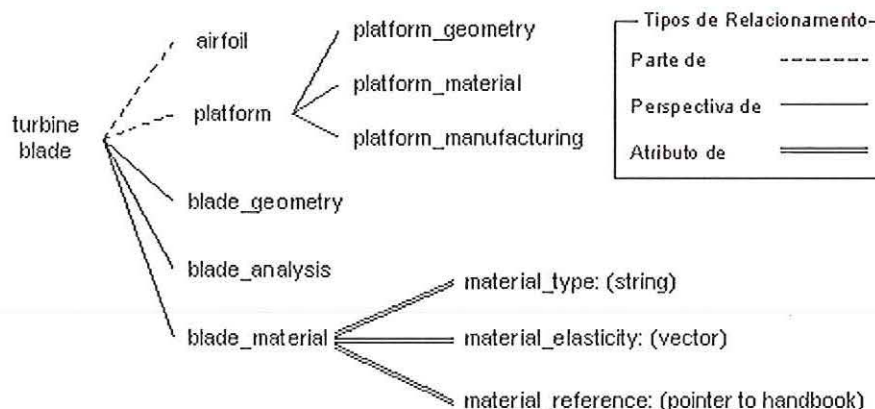


Figura 13: Exemplo do UPDM (Adaptado de CLEETUS, 1995)

3.2.1.2. Formatos Neutros de Representação e Modelagem de Dados de Produto

Nos anos 60 e na maior parte dos anos 70, como cada sistema CAD possuía, e ainda possuem, um formato de arquivo proprietário para a representação das informações do produto, a única forma de transferência de informação de um sistema para outro era através da conversão manual ou através de tradutores bidirecionais. Contudo, com a proliferação dos sistemas CAD e o advento da filosofia CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), 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 Transfert);
- VDA-FS (Verband der Deutschen Automobilindustrie-Flächenschnittstelle);
- PDES (Product Data Exchange System);
- STEP (Standard for the 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 a iniciativa mais promissora no sentido de criar um formato neutro de representação de dados de produto. Este padrão começou a ser desenvolvido em 1984, pela ISO (*International Standards Organization*), como uma norma internacional (ISO 10303) para a 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 produto e processos de fabricação (VERNADAT, 1996).

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

- **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;
- **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 da informação modelada;

- **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 representadas. 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 os protocolos de aplicação (APs – *Application Protocols*) que especificam a representação das informações de produto para cada área de aplicação. Espera-se que centenas de APs sejam desenvolvidas para que o STEP suporte um amplo espectro de aplicações industriais (BHANDARKAR et al, 2000; ZHANG et al, 2000).

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

3.2.2. Modelagem do Fluxo de Informações

Diversos autores (MALMSTRÖM et al, 1999; CHEN et al, 1998; PIKOSZ, 1997) enfatizam a importância e a utilidade de modelar o fluxo de informações de engenharia para suportar o estudo do gerenciamento de informações no processo de desenvolvimento de produto.

CHEN et al (1998), em um estudo sobre técnicas de gerenciamento de informações em empresas virtuais², colocam que um modelo de fluxo de informação facilita a identificação dos seguintes itens:

- Elementos envolvidos no compartilhamento de informações em empresas, assim como suas interações e relacionamentos;

² CHEN et al (1998) definem empresa virtual como uma estratégia integrada de entrega de produtos ou serviços que enfatiza a resposta rápida às expectativas dos clientes e incorpora valores como confiança, cooperação e compartilhamento de recursos através de alianças estratégicas, táticas e operacionais com outras empresas virtuais.

- Os tipos de informações, assim como, suas características e comportamentos, auxiliando na análise dos requisitos funcionais de um sistema de informação.

Segundo MALMSTRÖM et al (1999), o IDEF0 é uma técnica de modelagem indicada para a análise do fluxo de informação em sistemas complexos e inter-relacionados. Esta técnica, derivada do SADT (*Structural Analysis and Design Technique*), considera quatro aspectos do fluxo de informação: entrada, saída, controle e referência (ou mecanismo). O construto básico desta técnica é uma caixa (retângulo) que representa uma atividade. A seta que chega na face esquerda da caixa é a informação de entrada que será processada na atividade. A seta que sai pela face direita é a informação de saída. As setas que chegam por cima da caixa representam controles ou restrições para a realização da atividade e as que chegam por baixo representam informações de referência ou mecanismos que devem ser utilizados (Figura 14).

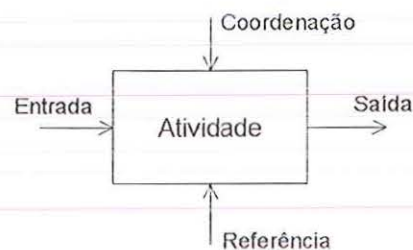


Figura 14: Diagrama de Atividade IDEF0 (Adaptado de CHEN & LIAO, 1998)

O modelo IDEF0 pode ser hierarquicamente decomposto em diversos níveis, assim como a maioria das técnicas de modelagem de funções. Cada nível de atividade pode ser desdobrado em subprocessos, o quanto for necessário, podendo chegar até a níveis de tarefas controladas minuto a minuto (MALMSTRÖM et al, 1999). A Figura 15 ilustra essa característica.

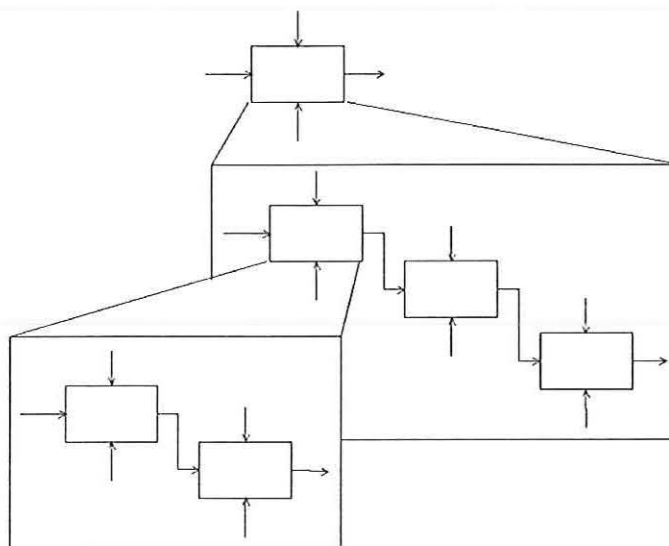


Figura 15: Decomposição de Atividades (Adaptado de MALMSTRÖM et al, 1999)

Além do IDEF0, existem diversas outras técnicas de modelagem de processos que podem ser usadas para representar o fluxo de informações. VERNADAT (1996) destaca o SA/RT (*Real-time Structured Analysis*), que é uma extensão do Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) tradicional, as redes de Petri e os modelos de atividade ISO-GAM, CIMOSA e PERA.

3.3. GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE ENGENHARIA

Após definir informação e detalhar os tipos e características das informações de engenharia é necessário discutir o significado do gerenciamento dessas informações. O gerenciamento de informações de engenharia tem se tornado mais importante para as empresas à medida que estas visam reduzir o tempo de desenvolvimento de produto, exigindo a informação certa, no local certo e na hora certa através de toda a organização. Além disso, métodos como a engenharia simultânea, aumentam a quantidade de informações que precisam ser distribuídas por toda a organização (MALMSTRÖM et al., 1999).

Nos últimos anos, o gerenciamento de informações tem sido muito estudado, na maioria dos casos, como uma funcionalidade dos sistemas de tecnologia da informação. Contudo, MCGEE & PRUSAK defendem que esta é uma perspectiva

muito limitada e as grandes frustrações de muitas empresas quanto aos investimentos realizados em tecnologia de informação são um forte indício dessa afirmação.

3.3.1. Gerenciamento de Informações como Processo

MCGEE & PRUSAK (1994), enfatizando a dicotomia entre informação e tecnologia de informação, colocam que a criação, captação, organização, distribuição e interpretação da informação são processos essenciais, e que a tecnologia utilizada para apoiar esses processos é relativamente menos importante do que a informação contida nos sistemas.

Outros autores também compartilham desta visão sublinhando a necessidade de se definir o gerenciamento de informações como um processo ou como parte de uma solução integrada da empresa e não somente como funcionalidades de um sistema de informação (CHEN & JAN, 1999; MALMSTRÖM et al., 1999).

PIKOSZ (1997) apresenta uma definição de gerenciamento de informações, limitada a informações de produto, como os processos que são usados para comunicar e gerenciar dados de produto que são criados e refinados em diferentes processos de trabalho da empresa.

MACGEE & PRUSAK (1994) apresentam um processo genérico de gerenciamento de informações. A Figura 16 mostra as atividades deste processo. É possível perceber que este processo foi construído sob a ótica de coleta e utilização de informação, principalmente para informações criadas ou existentes externamente à empresa, tais como informações de mercados, novas tecnologias ou notícias. A importância desse exemplo está em mostrar a possibilidade de representar o gerenciamento de informações na forma de um processo.

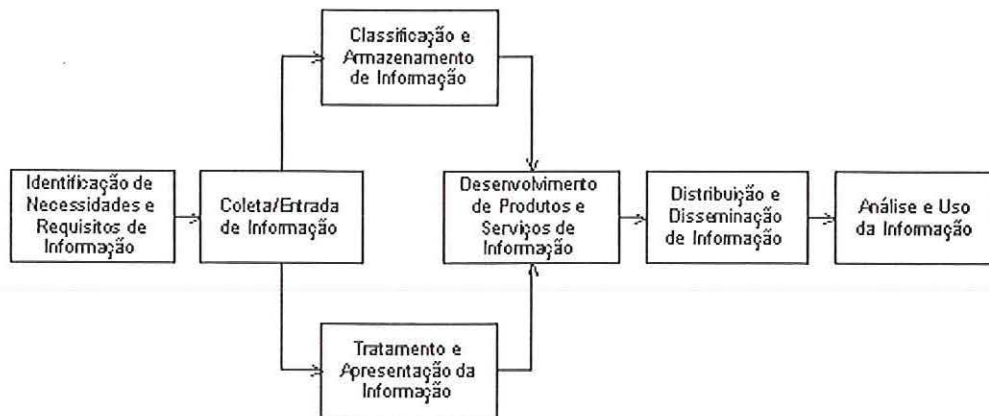


Figura 16: Processo de Gerenciamento de Informação Segundo MACGEE & PRUSAK (1994)

No desenvolvimento de produto, devido à grande intensidade de criação e refinamento das informações, é interessante visualizar um processo em relação à vida das informações. CHEN & JAN (2000) desenvolveram uma metodologia de gerenciamento de informação, focando na aplicação dos conceitos de engenharia simultânea em empresas virtuais. Parte desta metodologia é um processo composto pelas atividades de criação, distribuição, armazenamento, modificação, recuperação, arquivamento e consulta de informações. A Figura 17 ilustra as atividades e as precedências deste processo.

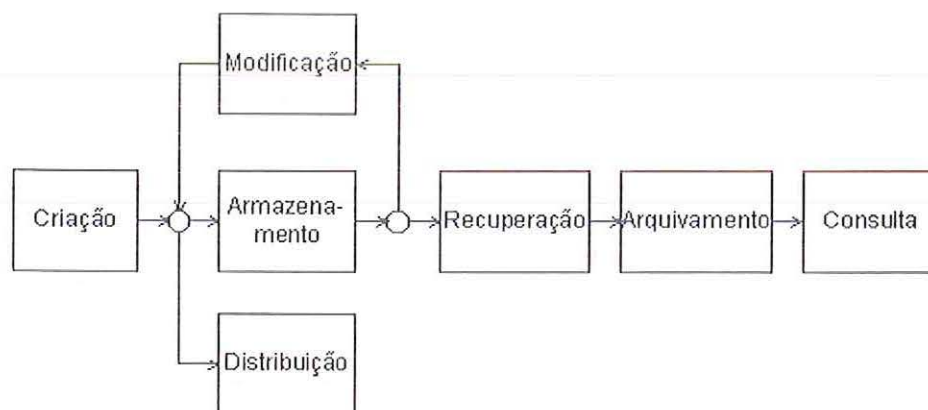


Figura 17: Processo de Gerenciamento de Informação Segundo CHEN & JAN (2000)

Na literatura sobre gerenciamento de informações de engenharia não existe um consenso sobre quais são os principais processos e atividades de gerenciamento.

Alguns autores, como PIKOZS (1997), definem o gerenciamento de modificações de engenharia e o gerenciamento de configuração como processos de gerenciamento de informação. WATTS (2000), em um trabalho sobre o gerenciamento de configuração do produto, define quatro processos fundamentais: estruturação do produto, liberação de produto e respectivos documentos, requisição de mudanças e controle de mudanças. Outros autores apresentam técnicas e métodos específicos, como o controle de versões (KRISHNAMURTHY & LAW, 1995).

Para este trabalho será adotada uma definição de gerenciamento de informações de engenharia resultante da análise e compilação dos diversos autores citados anteriormente. O gerenciamento de informações de engenharia é definido, então, como um conjunto de processos, atividades, métodos, práticas e ferramentas que visam garantir que as informações de engenharia estejam disponíveis no formato certo, na hora certa e no local certo.

3.3.2. Requisitos de Gerenciamento de Informações de Engenharia

O gerenciamento de informação faz parte, e é essencial, para quase todos os tipos de organizações, desde uma pequena empresa que precisa catalogar e recuperar notas fiscais, até grandes bibliotecas que classificam e controlam a entrada e saída de documentos. Cada tipo de organização possui suas próprias necessidades e funções de gerenciamento de informações. No processo de desenvolvimento de produto, o gerenciamento de informações toma uma forma particular condicionado pelas particularidades desse processo e das informações de engenharia.

Em uma pesquisa sobre o processo de desenvolvimento de produto “*one-of-a-kind*”, HAMERI & NIHTILÄ (1998) apresentam várias tendências que estão em evidência atualmente e que vão guiar o gerenciamento de informações. Estas tendências são:

- A maioria do trabalho intelectual de engenharia está relacionada com a criação de documentos e o gerenciamento destes, ou seja, a busca, recuperação, manipulação, negociação e armazenamento;
- A maioria dos documentos é produzida e armazenada em formato digital;

- Cada vez mais o trabalho de engenharia é realizado de modo distribuído, resultando na necessidade de uma comunicação fluente e interativa através de fronteiras organizacionais e geográficas;
- A disseminação de informações em papel está se tornando cada vez mais reduzida;
- Os produtos estão aumentando seu grau de complexidade tecnológica, o que aumenta a quantidade de documentação técnica necessária para descrever o produto.

OMOKAWA (1999) apresenta uma compilação dos requisitos de gerenciamento de informações para um ambiente de engenharia simultânea propostos por SHEDLER (1994). Estes requisitos são:

- Fornecer um método de acesso, para garantir que os dados acessados sejam completos, consistentes e protegidos contra modificações não autorizadas em cada estágio de ciclo de desenvolvimento de produto;
- Gerenciar relacionamentos entre as informações, para que se possa saber onde as modificações foram realizadas e quais outras informações foram afetadas;
- Recuperar dados para novos desenvolvimentos de produtos, para reduzir o tempo de desenvolvimento e reduzir o custo de desenvolvimento;
- Gerenciar todos os tipos de dados, não só uma pequena porção que é armazenada no computador;
- 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 usa;
- Suportar uma estrutura hierárquica de arquivos e peças;
- Permitir ao usuário encontrar dados com base em informações de engenharia (número da peça, data de criação de um desenho, etc.);
- Permitir cópias de segurança, arquivamento e recuperação dos dados;

- Utilizar padrões adotados pela empresa (unidades de medida, bordas de desenho, etc.);
- Suportar controle de revisão e versão dos documentos;
- Visualizar os documentos em formatos padrões (GIF, PDF, IGES, etc.);
- Possibilitar a inserção de comentários no documento com texto e gráficos eletronicamente, e sem alterar o documento original;

KRISHNAMURTHY & LAW (1995), em um trabalho sobre controle de modificações de engenharia focado no caráter multidisciplinar e evolucionário do desenvolvimento de produto, colocam que os requisitos para um modelo de gerenciamento de dados de engenharia são:

- Suportar o projeto individual de partes do produto, para que soluções de projeto possam ser desenvolvidas para cada caso;
- Suportar o projeto em uma disciplina individualmente para que times disciplinares (por exemplo: sistemas elétricos, mecânicos ou aerodinâmicos) possam trabalhar isoladamente;
- Prover uma estrutura para a integração das diversas disciplinas em uma representação única do projeto;
- Suportar o gerenciamento das modificações de projeto tanto entre diferentes disciplinas como em diferentes níveis de detalhe.

Todas essas características e requisitos modelam os diversos processos, atividades, métodos, técnicas e sistemas de gerenciamento de informações. Serão apresentadas a seguir algumas disciplinas do gerenciamento de informações que cobrem grande parte desses requisitos.

3.3.3. Gerenciamento da Configuração do Produto

As primeiras aplicações do gerenciamento de configuração surgiram nos programas espaciais americanos no final dos anos 50 devido à grande complexidade que estes programas envolviam. No final dos anos 60 o departamento de defesa

americano (DoD – *Department of Defense*) percebendo que diversas organizações governamentais possuíam suas próprias regras e padrões de gerenciamento de configuração resolveu criar uma norma unificada. Somente nos anos 90 é que a indústria, principalmente através da EIA (*Electronics Industry Association*) e da ISO (*International Standards Organization*), começou a contribuir neste campo (WATTS, 2000).

De acordo com a MIL-STD-2549 (1997), gerenciamento de configuração é um processo de gerenciamento para estabelecer e manter a consistência da performance, das funções e dos atributos físicos de um produto em relação aos seus requisitos e especificações através de toda sua vida. LYON (2000), define o gerenciamento de configuração como uma disciplina usada para capturar e controlar dados de produto.

Segundo MALMSTRÖM et al (1999), o principal objetivo do gerenciamento de configuração em engenharia é prover ao cliente um produto com a configuração correta de peças e documentação no tempo certo. O produto deve conter peças que foram testadas, provando que elas atingirão a performance desejada, antes do produto ser entregue, e uma documentação compatível com o produto.

WATTS (2000) descreve o gerenciamento de configuração em termos de processos. Segundo o autor existem três processos principais de gerenciamento de configuração, conforme serão apresentados a seguir:

- Processo de criação e liberação de produtos, peças ou documentos;
- Processo de criação, estruturação e controle da estrutura de produto;
- Processo de gerenciamento das modificações de engenharia (que unifica a requisição e execução da modificação);

A abordagem tradicional de gerenciamento de configuração, entretanto, difundida pelas normas militares americanas, e atualmente também utilizada pelos padrões industriais, divide essa disciplina em quatro elementos principais: identificação da configuração, controle da configuração, controle do *status* da configuração e auditoria (LYON, 2000; MIL-HDBK-61, 1997). Estes elementos



serão descritos a seguir. Contudo, é necessário que sejam definidos dois termos básicos para o entendimento subsequente: item e configuração.

Segundo LYON (2000) um item de uma configuração é um objeto que precisa ser identificado e controlado. Este item pode ser uma peça de um produto, uma linha de um código de um *software*, uma montagem de peças ou mesmo uma combinação dos exemplos anteriores. Configuração pode então ser definida como um conjunto de itens que compõem um produto ou uma combinação de produtos

Identificação da Configuração

A identificação da configuração consiste em um conjunto de atividades para capturar e documentar um produto e suas partes ao longo de todo o ciclo de vida de produto (LYON, 2000). Algumas de suas principais funções são (MIL-HDBK-61, 1997):

- Estabelecer uma estrutura de produto e os relacionamentos com a documentação de projeto;
- Estabelecer o nível adequado para a identificação dos itens do produto;
- Prover uma identificação única para os itens que compõem o produto e para os documentos que descrevem o produto;
- Modificar a identificação dos itens para refletir mudanças de projeto;
- Estabelecer pontos de referência (*baselines*) para a definição de modificações e correções.

Dentre essas funções, os conceitos que mais se destacam são os de estrutura de produto (conforme apresentado no item 3.2.1.1), identificação de itens e o uso de configurações de referências (*baselines*).

A identificação de itens consiste em atribuir um código único para a identificação das partes de um produto. Segundo APICS (1992) apud OLIVEIRA (1999), o código de identificação pode ser significativo, caso contenha alguma descrição do item, ou não-significativo, geralmente como números seqüenciais. O sistema de identificação com números significativos foi e ainda é muito utilizado devido à sua propriedade de auxiliar na classificação, busca e recuperação de itens.

Geralmente este sistema é associado às técnicas de tecnologia de grupo. Atualmente, com o desenvolvimento da tecnologia de informações e das bases de dados relacionais a utilidade dos sistemas de identificação com código significativo perdeu força e suas desvantagens se evidenciaram em relação ao uso de código não-significativo. Uma discussão mais detalhada sobre esse assunto pode ser encontrada em OLIVEIRA (1999).

O conceito de *baseline* é central na identificação e no gerenciamento da configuração como um todo. Uma *baseline* é uma configuração fixa e de referência, que pode representar uma fotografia do produto ou parte do produto em um determinado instante, uma configuração aprovada e congelada em uma revisão de projeto ou uma configuração planejada que serve como referência para o desenvolvimento (MIL-HDBK-61, 1997).

Controle da Configuração (Processo de Modificação de Engenharia)

O controle da configuração é provavelmente a área mais visível do gerenciamento de configuração. É definido como o processo de gerenciar a preparação, justificação, avaliação, coordenação e implementação de propostas de modificações de engenharia (MIL-HDBK-61, 1997). Na indústria este processo é reconhecido geralmente como processo de modificação de engenharia ou processo de alteração de engenharia.

HUANG & MAK (1998) colocam que existem duas abordagens opostas para o gerenciamento das modificações de engenharia: uma formal e outra *ad-hoc*. Os mesmos autores complementam que a maioria das empresas opera entre estes dois extremos.

O gerenciamento da configuração prove uma sistemática para um processo formal de modificação de engenharia. Sob uma visão macro é possível dividir este processo em três atividades principais: a identificação da necessidade de alteração, avaliação da proposta e implementação. A identificação da necessidade de mudança visa elaborar uma solicitação de mudança. Muitas empresas utilizam um documento pré-formatado para esta atividade conhecido como ECR (*Engineering Change Request*). A seguir deve-se avaliar esta solicitação. Esta avaliação inclui, por

exemplo, a verificação do impacto dessa modificação na configuração e o custo de sua implementação (MIL-HDBK-61, 1997). Algumas empresas, em processos mais formais, utilizam comitês (ECB - *Engineering Change Board*) especializados em avaliar as propostas de modificação (HUANG & MAK, 1998).

HUANG & MAK (1998) apresentam diversos problemas relativos ao gerenciamento do processo de modificações de engenharia baseado em papel e defendem a utilização de sistemas de informação para apoiar este processo. Alguns dos problemas levantados são: consumo excessivo de tempo, dificuldade de acesso aos dados, e dificuldade de avaliar o impacto das modificações.

Atribuição e Controle de Status

Este elemento consiste no conjunto de atividades necessárias para coletar informações de todas as outras áreas do gerenciamento de configuração para prover e controlar o *status* de uma determinada configuração ou item. A utilização dessa sistemática deve permitir, por exemplo, verificar as configurações “*as-designed*”, “*as-built*”, “*as-delivered*”, “*as-modified*” de qualquer produto serializado, assim como as informações de *status* das modificações de engenharia em andamento.

Verificação e Auditoria

Esta área consiste na verificação e auditoria da configuração do produto e das atividades do gerenciamento de configuração. LYON (2000) coloca três categorias de auditoria: auditoria da configuração funcional, auditoria da configuração física e auditoria de verificação da configuração. A primeira categoria visa verificar se testes foram conduzidos para verificar se as especificações funcionais atendem aos requisitos iniciais. A segunda categoria, que deve acontecer após a verificação funcional, avalia se a configuração física das primeiras unidades produzidas corresponde às especificações de projeto. O último caso prevê, para itens pré-definidos, uma verificação das modificações de engenharia e dos níveis de revisão de cada item produzido.

3.3.4. Gerenciamento de Configuração Aplicado ao Gerenciamento de Documentos

Os conceitos apresentados anteriormente sobre gerenciamento de configuração se aplicam para componentes de produto e sua respectiva documentação. Contudo, estes mesmos conceitos podem ser utilizados no gerenciamento de arquivos eletrônicos. O gerenciamento de configuração é parte dos requisitos para um efetivo gerenciamento dos arquivos eletrônicos (MIL-HDBK-61, 1997).

LYON (2000) apresenta uma definição de gerenciamento de configuração aplicado aos arquivos eletrônicos como uma sistemática para:

- Identificar unicamente arquivos digitais, incluindo as informações de versão e o *status*;
- Registrar e reportar as informações necessárias para gerenciar os arquivos eficientemente.

MIL-HDBK-61 (1997), baseando-se na norma EIA-649, apresenta as principais funções do gerenciamento de configuração aplicado ao gerenciamento dos arquivos eletrônico. Eles são: identificação do arquivo, gerenciamento de *status*, relacionamentos do arquivo, gerenciamento de versão, e transmissão e acesso.

Gerenciar o relacionamento do arquivo consiste em manter as ligações entre o documento e produto e outras itens da configuração. Cada documento pode conter relacionamentos com um projeto ou programa, produto, componente, arquivos eletrônicos, outros documentos, correspondências etc. (MIL-HDBK-61, 1997).

A transmissão e acesso aos documentos prevêm métodos para identificar um documento que será transmitido e para controlar o acesso aos documentos verificando os níveis de revisão dos arquivos, nível de *status*, os privilégios de acesso etc. (MIL-HDBK-61, 1997).

As funções de identificação do documento, gerenciamento de *status* e versão serão apresentadas com mais detalhes a seguir.

Identificação do Documento

A identificação do documento consiste na atribuição de um identificador único para permitir sua recuperação e o correto relacionamento com um produto ou componente. Geralmente, as informações utilizadas para identificar um documento são data, um código numérico ou alfanumérico único, nível de revisão, tipo do documento, título e autor ou organização de origem (MIL-HDBK-61, 1997).

A definição de documento apresentada anteriormente neste trabalho extraída de BIELAWSKI & BOYLE (1997), prevê uma relação um-a-um entre o documento e o arquivo eletrônico. Contudo, algumas situações mais complexas, como é o caso do gerenciamento de informações de engenharia, exigem que o conceito de documento seja expandido, permitindo que um documento seja representado por diversos arquivos eletrônicos, e também que um único arquivo eletrônico componha diversos arquivos. Neste caso é necessário que os arquivos eletrônicos, assim como os documentos, sejam também unicamente identificados (MIL-HDBK-61, 1997).

Gerenciamento de *Status*

O gerenciamento de *status* é a base para o controle do acesso, modificação e estabelecimento de um fluxo automático dos documentos. O *status* é um atributo que descreve o estado de um documento. Os níveis padrão de *status* que um documento pode assumir durante sua vida é apresentado na Figura 18. Porém, cada empresa costuma possuir seus requisitos particulares de gerenciamento de *status* (MIL-HDBK-61, 1997).



Figura 18: Níveis Típicos de *Status* (adaptado de MIL-HDBK-61, 1997)

O nível “*em processo*” é o atributo de um documento que está em preparação. É possível detalhar este *status* em subníveis para melhor representar o processo de criação ou revisão do documento. O nível “*liberado*” representa um documento que foi verificado e liberado para o acesso de terceiros. Um documento liberado só pode ser alterado por um processo formal de modificação. O *status* “*submetido*” identifica

um documento que foi enviado para um terceiro que atuará como revisor. O revisor pode aprovar ou não o documento. Caso aprovado este documento assume um *status* fixo de “*aprovado*”. O nível “*arquivado*” independe do *status* anterior do documento, ele significa que o documento foi retirado de um local de acesso ativo (MIL-HDBK-61, 1997).

Gerenciamento de Versão

Uma versão é um identificador que expressa uma modificação em um arquivo. A forma mais simples de gerenciar versões consiste em incrementar este atributo cada vez que um arquivo é modificado (MIL-HDBK-61, 1997). Cada organização possui diferentes requisitos para um sistema de controle de versões, podendo variar do mais simples até complexos sistemas com ramificações e sub-versões (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

BIELAWSKI & BOYLE (1997) apresentam três aspectos relevantes para o controle de versões: o sistema de numeração, o esquema de versão e o processo de criação. A primeira questão trata da seqüência de numeração que será utilizada para representar diferentes versões. É possível utilizar números (1, 2, 3, ...), letras (A, B, C, ...) ou uma combinação de ambos (A1, A2, A3, ...). Alguns casos, como um ambiente colaborativo, podem exigir um sistema mais complexo como a utilização do nome da pessoa que está modificando o documento associado à versão (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

O esquema de versão define se a seqüência de numeração será linear ou ramificada. O esquema linear é o mais simples e consiste em incrementar a versão a cada modificação de forma que cada versão é descendente única de sua anterior. O sistema ramificado permite que uma versão tenha múltiplos descendentes (Figura 19). Por exemplo, uma versão 1.1 pode dar origem a uma 1.2 e outra 2.0. O sistema ramificado é mais flexível porém exige um maior nível de controle e intervenção humana (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

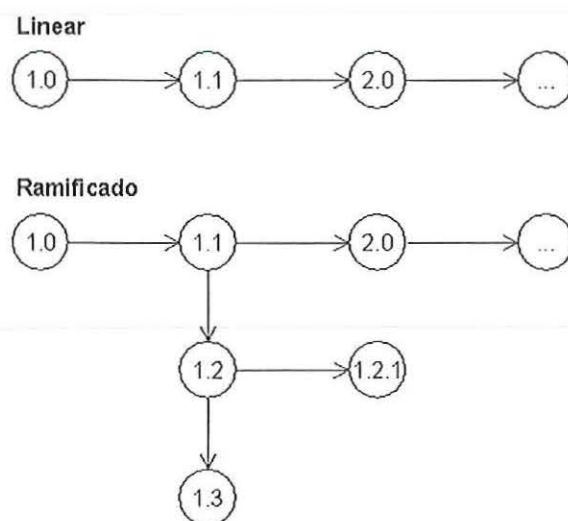


Figura 19: Esquema de Versões (adaptado de BIELAWSKI & BOYLE, 1997)

Outro aspecto relevante trata da criação de uma nova versão. É necessário estabelecer quando uma nova versão será criada. Isso pode acontecer manualmente quando um usuário autorizado desejar ou automaticamente, quando o documento for modificado, caso se esteja usando um sistema de informação (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

3.3.5. Troca, Distribuição e Compartilhamento de Informações

A colaboração no desenvolvimento de produto implica no crescimento significativo da necessidade de trocar, distribuir e compartilhar³ informações de engenharia entre organizações (JANSEN et al, 1997). Diversos trabalhos recentes discutem as questões relativas a esses processos, sendo que a maioria deles aborda a troca de dados de produto através da utilização de formatos neutros, como o STEP (TEEUW et al, 1996; HAAG & VROOM, 1996; JANSEN et al, 1997; ZHANG et al, 2000; YEH & YOU, 2000).

JANSEN et al (1997) alertam que os problemas que envolvem a troca de informações de engenharia não se resumem a questões técnicas de transmissão de

³ Os termos “troca”, “distribuição” e “compartilhamento” são uma tradução livre dos termos mais utilizados em inglês “*interchange*”, “*exchange*”, “*distribution*” e “*sharing*”. Alguns autores, como TEEUW et al (1996), usam o termo “*product data interchange*” para nomear todos esses processos.

dados. Pelo contrário, as maiores barreiras são questões como a heterogeneidade de aplicativos e formatos utilizados entre organizações distintas e a interpretação errônea dos dados compartilhados.

TEEUW et al (1996) apresentam um modelo para caracterização da troca e compartilhamento de informações de produto onde definem quatro diferentes conceitos que podem ser utilizados para estes processos. Estes conceitos serão apresentados a seguir.

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.

Arquivos Neutros

A utilização de formatos neutros (Item 3.2.1.2) para troca de arquivos entre aplicativos distintos representa uma das mais fortes tendências nessa área, principalmente devido à grande heterogeneidade dos sistemas utilizados nas organizações. O processo de troca consiste em converter o arquivo no formato de origem para um formato neutro, e após a transmissão, converter do formato neutro para o formato de destino (TEEUW et al, 1996). Conforme apresentado no item 3.2.1.2 o STEP é a iniciativa mais promissora de desenvolvimento de um padrão para a representação de informações de produto. A Figura 20 ilustra o processo de troca usando o STEP.

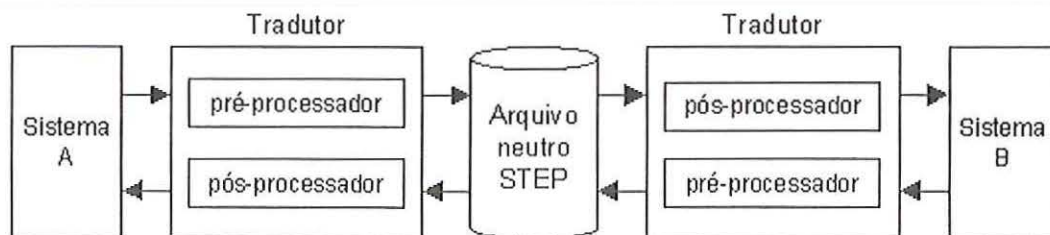


Figura 20: Processo de Troca Usando o STEP (Adaptado de VERNADAT, 1996)

Repositório Compartilhado

Uma outra possibilidade proposta por TEEUW et al (1996) 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 este arquivo. Cada empresa, A e B, possuem seus próprios repositórios de dados e o repositório compartilhado é utilizado somente para a comunicação (TEEUW et al, 1996). Esta abordagem deve estar associada a alguma das duas 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. KRISHNAMURTHY & LAW (1995) identificaram esta solução em vários sistemas pesquisados.

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 eletrotécnica, o uso de uma base de dados central como uma das soluções adotadas para a distribuição de informações. Contudo, SCHMIDT (2000) alerta que o principal problema dessa solução está na exigência de uma alta performance de comunicação da rede, o que inviabiliza sua adoção por muitas empresas médias e pequenas.

4. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA

O desenvolvimento e implantação de sistemas de gerenciamento de informações de engenharia têm se popularizado nos últimos anos devido ao aumento da complexidade do processo de desenvolvimento de produto e da proliferação de diversos sistemas comerciais. Contudo, não existe um consenso na literatura e nas empresas fornecedoras de sistemas sobre os principais termos e definições relacionados. Termos como *Product Information Management* (PIM), *Technical Document Management* (TIM), *Electronic Document Management* (EDM), *Engineering Data Management* (EDM) e *Product Data Management* (PDM) são usados indiscriminadamente, com significados semelhantes ou distintos, para definir estes sistemas (ROZENFELD & GUERRERO, 1999). Segundo SWANTON (1997), é possível classificar todos estes termos em dois tipos básicos de sistemas. Os sistemas de gerenciamento de dados de produto (PDM – *Product Data Management*) e os sistemas de gerenciamento eletrônico de documentos (EDM - *Electronic Document Management*), que se diferem em funcionalidades e aplicações. Atualmente, com o desenvolvimento da Internet e a evolução das funcionalidades dos sistemas PDM/EDM, novos termos estão surgindo, tais como *Product Life-cycle Management* (PLM) e *Collaborative Product Definition Management* (cPDM), representando uma nova geração de sistemas de gerenciamento de informações de engenharia.

Este capítulo apresenta uma descrição desses sistemas, seus conceitos, aplicações e funcionalidades.

4.1. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTOS

Os sistemas de gerenciamento eletrônico de documentos (*Electronic Document Management* – EDM) não surgiram exclusivamente para atender às necessidades do processo de desenvolvimento de produto, pelo contrário, esses sistemas possuem um amplo espectro de aplicações em outras áreas. Contudo, estes sistemas apresentam uma grande utilidade no desenvolvimento de produto devido ao fato de que grande parte das informações de engenharia é expressa na forma de documentos, como desenhos, relatórios, especificações, manuais, etc. (PELTONEN et al, 1996).

Segundo BIELAWSKI & BOYLE (1997), os sistemas de gerenciamento de documentos tratam da criação, gestão e distribuição de informações estruturadas em documentos. Como definido anteriormente, documento pode ser definido como um contêiner que abriga dados e relacionamentos complexos provenientes de diversos aplicativos.

Usualmente, a arquitetura de um sistema EDM é composta por quatro partes principais. Estas partes são as aplicações cliente e servidor, uma base de dados (DBMS) e um sistema de armazenamento de arquivos (*vault*) conforme ilustrado na Figura 21.

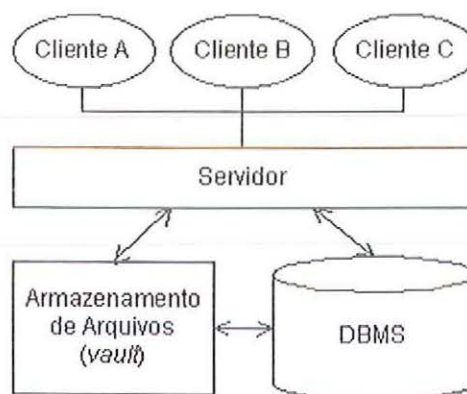


Figura 21: Arquitetura de um Sistema EDM (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)

Os aplicativos clientes são os programas de autoria, tais como CAD e editores de texto. A aplicação servidor possui o *engine* que coordena o sistema EDM. A base de dados e o *vault* armazenam e controlam os documentos e as informações

associadas a esses documentos suportando as demais funções do EDM (BIELAWSKI & BOYLE, 1997). As informações associadas aos documentos são usualmente chamadas de metadados ou atributos dos documentos (BIELAWSKI & BOYLE, 1997; PIKOSZ, 1997). A seguir serão descritas as principais funcionalidades de um sistema de gerenciamento eletrônico de documentos.

4.1.1. Funcionalidades

Um sistema EDM não é uma entidade única, mas uma coleção de tecnologias distintas, porém convergentes. Estas tecnologias podem ser categorizadas em seis grupos funcionais: repositório, conversão, indexação e busca, criação, *workflow* e distribuição, conforme será apresentado a seguir (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

Repositório

As principais funções relacionadas ao repositório são as funções de controle de acesso e de gerenciamento de configuração. O gerenciamento de configuração equívale ao conceito apresentado anteriormente no tópico 3.3.4.

O controle de acesso é responsável por garantir que a entrada e a saída de arquivos do *vault* seja feita da maneira correta e somente pelas pessoas autorizadas. Isso se dá através dos processos de *check-in* e *check-out*. O processo de *check-in* consiste em inserir um arquivo no *vault* e os respectivos atributos desse documento. O *check-out* consiste em retirar um documento do *vault* através de uma cópia para um diretório local. Ambos os processos são realizados sob a verificação do nível de permissão do usuário e do *status* do documento (BIELAWSKI & BOYLE, 1997). A Figura 22 ilustra um processo de *check-in*.

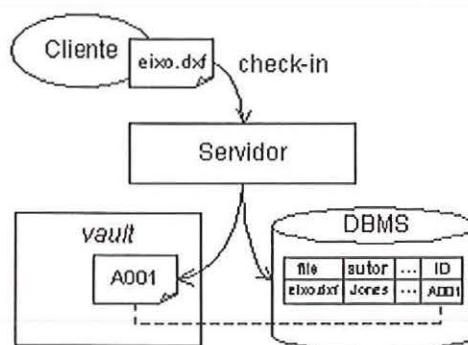


Figura 22: Ilustração do Processo de *Check-in* (BIELAWSKI & BOYLE, 1997)

Conversão

A função de conversão é considerada por muitos como um mal necessário em ambientes de dados e sistemas heterogêneos. Esta função é dividida em duas partes: a conversão eletrônica, ou seja, de um formato eletrônico para outro, e a conversão de uma folha de papel em um formato digital (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

Indexação, Classificação e Busca

As funções de indexação, classificação e busca são uma resposta à necessidade de recuperação de dados em repositórios com grande quantidade de documentos. Consiste em identificar, classificar e catalogar os documentos, seja por um processo manual ou automático. Associados aos processos de indexação e classificação existem vários métodos de busca de documentos. Estes métodos podem ser baseados no uso de metadados, palavras-chave, buscas booleanas etc. (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

Criação de Documentos

O processo de criação dos documentos, por ser realizado através de um aplicativo externo, muitas vezes não é considerado como uma função de um sistema EDM. Contudo, BIELAWSKI & BOYLE (1997) defendem que esses sistemas permitem otimizar o processo de criação dos documentos. Dentre as facilidades permitidas estão o uso de *templates*, ou seja, padrões pré-formatados de documentos, o preenchimento dinâmico de atributos e a automação de um processo de produção com diversos estágios (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

Workflow

A automação do fluxo de trabalho é considerada como uma das principais fontes de benefícios de um sistema EDM. Segundo (BIELAWSKI & BOYLE, 1997), uma implantação do sistema sem o uso do *workflow* significa resolver somente metade do problema. Um *workflow*, ou seja, um fluxo automático de trabalho, consiste em um conjunto de tarefas, responsabilidades e informações. O processo em questão pode ser estruturado, se a seqüência de tarefas for bem definida, ou *ad-hoc* se o fluxo for livremente baseado na decisão das pessoas (BIELAWSKI & BOYLE, 1997). A Figura 23 ilustra um fluxo de atividades para o processo de aprovação e liberação de documentos.

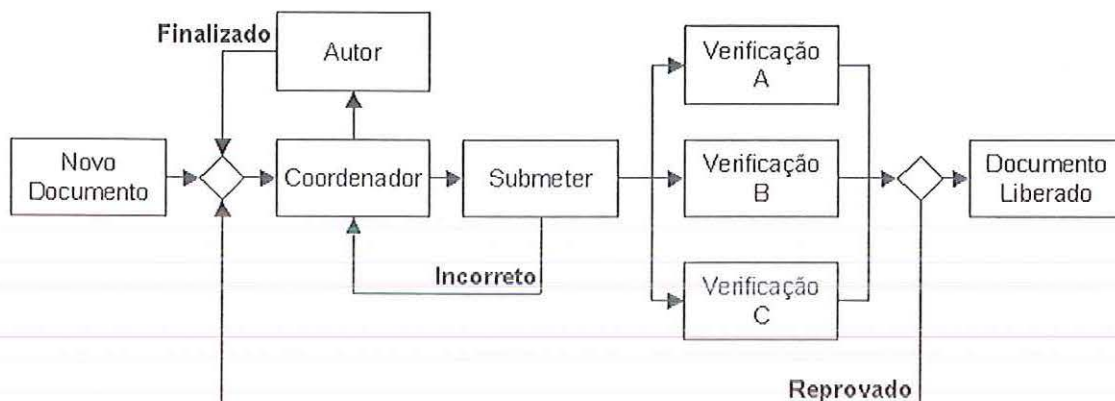


Figura 23: Exemplo de um *Workflow* para o Processo de Aprovação e Liberação de Documentos (Adaptado de CIMDATA, 1998)

Distribuição

A função de distribuição em um sistema EDM consiste em entregar a informação certa, para a pessoa certa, no lugar e no tempo certo. Uma questão crítica em muitas empresas de manufatura, principalmente aquelas submetidas a normas de qualidade como a ISO 9000, é prover uma distribuição controlada de documentos que apresentam alguma restrição. Um sistema EDM deve permitir que os documentos sejam distribuídos de modo controlado e que sejam entregues no formato que os usuários precisam (BIELAWSKI & BOYLE, 1997).

4.1.2. Limitações dos Sistemas EDM

PELTONEN et al (1996), em um trabalho sobre os requisitos do gerenciamento de documentos no processo de desenvolvimento de produto, mostram que os sistemas de gerenciamento de documento são úteis para suportar alguns problemas críticos, porém o autor alerta quanto à falsa promessa que muitos sistemas comerciais sugerem de suportar todo o oceano de necessidades de um ambiente de engenharia.

A principal limitação de um sistema EDM em relação à sua aplicação em engenharia está no objeto de que estes sistemas manipulam: o documento. Por mais importante e necessário que seja o gerenciamento de documentos, um ambiente de desenvolvimento de produto exige que o objeto armazenado, indexado, recuperado e controlado seja um produto ou uma parte desse produto. Os documentos são encarados como informações que descrevem aquele produto. Obviamente, as funções de gerenciamento de documento tornam-se necessárias e são, muitas vezes, consideradas como a base da implantação de um sistema PDM (PIKOSZ, 1997; SWANTON, 1997).

4.2. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE DADOS DE PRODUTO

Segundo GASCOIGNE (1995), os sistemas de gerenciamento de dados de produto (*Product Data Management* – PDM), são aplicativos que habilitam as empresas de manufatura a gerenciar e controlar as informações de engenharia, em especial, as informações envolvidas no desenvolvimento de novos produtos. CIMdata, uma agência de consultoria internacional que vem ditando os principais conceitos sobre os sistemas PDM, define esses sistemas como uma ferramenta que auxilia engenheiros e pessoas relacionadas a gerenciar os dados de produto e o processo de desenvolvimento de produto (CIMDATA, 1998).

A arquitetura de um sistema PDM é similar a do EDM mostrada na Figura 21, contendo como elementos principais um servidor, aplicações clientes, um sistema de armazenamento de arquivos e uma meta base de dados. A principal diferença reside

no foco em gerenciar o produto e seus relacionamentos (estrutura de produto) e nas funcionalidades específicas para engenharia.

4.2.1. Funcionalidades

Vários autores classificam de forma diferente as funcionalidades ou módulos dos sistemas PDM. Porém, a definição mais aceita e utilizada na bibliografia foi proposta por CIMDATA (1998), e diferencia as funcionalidades de um sistema PDM em funções principais e funções complementares. As funções principais são aquelas ligadas diretamente à solução do problema que os sistemas PDM se propõe a resolver (Tabela 6) (CIMDATA,1998).

Tabela 6: Funcionalidades Principais de um Sistema PDM Segundo CIMDATA (1998)

Gerenciamento da Estrutura de Produto	Consiste em implementar os conceitos de gerenciamento de configuração, conforme apresentado no item 3.3.3, para controlar as partes que compõem um produto e seus relacionamentos.
Cofre de Dados (Vault)	As características dessa funcionalidade são as mesmas do “Repositório” descrito nos sistemas EDM, com as funções de <i>check-in</i> e <i>check-out</i> , os metadados como atributos dos documentos e os controles do níveis de acesso e segurança.
Gerenciamento do fluxo de trabalho ou workflow	Esta função consiste em implementar fluxos automáticos de trabalho conforme descrito anteriormente, nas funções dos sistemas EDM. Os sistemas PDM podem pré-configurar alguns fluxos de tarefas típicos de engenharia como os processos de liberação de itens e de modificação de engenharia.
Classificação e Recuperação de Itens	Consiste na classificação e catalogação de componentes de um produto com o intuito de facilitar a recuperação e a reutilização das peças.
Gerenciamento de Projetos	A maioria dos sistemas PDM suporta poucas funções de gerenciamento de projetos. Contudo, existe uma tendência de que os sistemas PDM passem a englobar mais funções, como estruturação de atividades, alocação e balanceamento de recursos, e monitoração de atividades.

As funções complementares oferecem suporte às funções principais e são: comunicação e notificação, transporte e conversão de dados, visualização e comentários eletrônicos (*markup*) de documentos, e serviços administrativos (Tabela 7).

Tabela 7: Funcionalidades Secundárias de um Sistema PDM Segundo CIMDATA (1998)

Comunicação e Notificação	Consiste em prover uma integração com sistemas de comunicação, como o <i>e-mail</i> , ou prover um sistema de comunicação próprio para permitir uma maior agilidade na troca de mensagens e notificações, podendo funcionar como gatilhos no fluxo de atividades do <i>workflow</i> .
Transporte de Dados	Os arquivos armazenados no sistema PDM podem estar distribuídos em diversos <i>vaults</i> , inclusive em regiões geograficamente dispersas. O sistema deve prover recursos para suportar o fluxo destes arquivos nos processos de <i>check-in</i> e <i>check-out</i> .
Conversão de Dados	Esta funcionalidade equiivale à apresentada para os sistemas EDM no tópico 4.1.1. Contudo, nos sistemas PDM, as principais necessidades de conversão referem-se ao uso de formatos neutros de troca de dados de produto, tais como os apresentados no tópico 3.2.1.2.
Visualização e Comentários Eletrônicos	As funções de visualização e comentários eletrônicos nos sistemas PDM visam prover facilidades com o tratamento e manipulação de imagens. Isso inclui a capacidade de suportar a visualização de arquivos em diversos formatos de forma precisa e rápida sem a necessidade de invocar o aplicativo de origem e de permitir o uso de comentários eletrônicos em revisões de projeto
Serviços Administrativos	Esta função de suporte prove recursos de administração e customização do sistema, tais como, atribuição e modificação de permissões, controle de <i>back-ups</i> e arquivo-morto, customização do <i>lay-out</i> de interfaces, configuração de interfaces e integrações com outros sistemas e adição de novas funcionalidades.

4.2.2. Implantação dos Sistemas PDM

A implantação de um sistema PDM é uma das maiores barreiras para o sucesso de uma solução de gerenciamento de dados de produto. O processo de implantação é demorado, e diversas falhas e objetivos não-cumpridos têm sido reportados por diversos casos. Vários fatores contribuem para estas dificuldades, tais como, o estágio imaturo de algumas tecnologias envolvidas e o processo complexo envolvendo toda a organização (PIKOZS, 1997).

MCINTOSH (1995) destaca três aspectos fundamentais da implantação de uma solução PDM comercial: a identificação de requisitos, a justificativa de investimento e a seleção do sistema. Cada empresa possui suas necessidades particulares de gerenciamento que devem ser consideradas antes da seleção e implantação de um sistema. Questões como o escopo de implantação, a qualificação dos usuários, os tipos de informações, entre outras, devem ser cuidadosamente analisadas.

A justificação do investimento é um aspecto crítico nas implantações de sistemas PDM. Uma simples análise financeira de investimento geralmente leva a longos e desestimulantes prazos de retorno. Dessa forma, essa análise deve considerar tanto os dados financeiros como os benefícios qualitativos e indiretos da solução (MCINTOSH, 1995).

A seleção e escolha do sistema comercial a ser utilizado se tornou uma tarefa relativamente complexa com a proliferação das soluções PDM. MCINTOSH (1995), ressalta que simplesmente saber onde buscar uma solução já é um problema, pois existem diversas possibilidades, como os fornecedores de sistemas CAD, fornecedores independentes de soluções PDM, fornecedores de plataforma (ex. IBM), fornecedores de sistemas EDM, e empresas de sistemas ERP que cada vez mais estão fornecendo soluções para engenharia. Neste sentido, ROZENFELD & GUERRERO (1999) apresentam uma proposta de classificação de sistemas PDM visando auxiliar na seleção de uma solução apropriada.

Buscando amenizar a complexidade do processo de implantação dos sistemas PDM, PIKOZS (1997), propõe uma abordagem gradativa de implantação baseada na

complexidade das tecnologias envolvidas. A Figura 24 mostra os níveis de complexidade dos sistemas PDM.

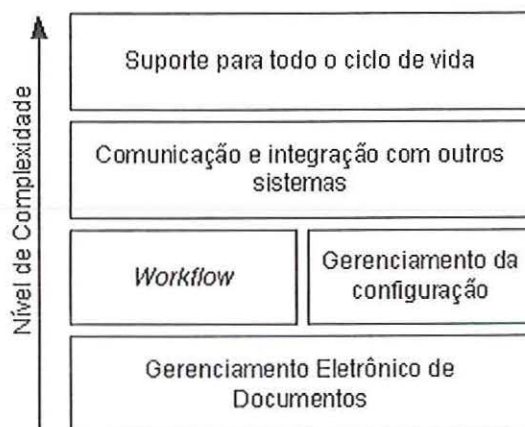


Figura 24: Níveis de Complexidade (Adaptado de PIKOZS, 1997)

Analisando os casos de três empresas, PIKOSZ (1997), identificou três diferentes formas de introdução de soluções PDM, que são: implantação por projeto, foco em uma funcionalidade e introdução de um arquivo central.

A primeira abordagem consiste em implantar todas as funcionalidades em um curto espaço de tempo, porém restringindo-se a um único projeto. OMOKAWA (1999) relata o caso de uma montadora de veículos pesados utilizando esta estratégia. A segunda abordagem é indicada para as empresas que pretendem atacar um problema específico, tal como o controle de modificações de engenharia. Dessa forma, é possível escolher e atacar uma única funcionalidade do sistema. A abordagem de introdução de um arquivo central é indicada para as organizações que visam transformar seus dados em papel para o formato digital. O arquivo central funcionando, representa uma sólida fundação para o desdobramento de outras funcionalidades (PIKOSZ, 1997).

4.3. A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO DE ENGENHARIA

Nos anos 90, paralelamente ao desenvolvimento das soluções comerciais, diversas iniciativas acadêmicas contribuíram no campo de uma solução de gerenciamento de informações que suportasse o trabalho colaborativo.

Nesse sentido, destacam-se os trabalhos desenvolvidos no início dos anos 90 no contexto dos projetos em engenharia civil, envolvendo a colaboração das áreas de engenharia, arquitetura e construção. SRIRAM et al (1992) apresentam uma proposta de um sistema transacional para apoiar a engenharia colaborativa com funcionalidades de controle de versões, comunicação, utilitários de travamento de dados, etc. TIWARI & GUPTA (1995) apresentam um modelo e um protótipo de um sistema que gerencia o trabalho colaborativo através de uma base de dados central que controla as restrições de projeto. Neste modelo cada disciplina possui uma base de dados de projeto individual. A consistência entre estas bases é mantida por um processo de checagem utilizando a base central com as restrições de projeto. KRISHNAMURTHY & LAW (1995), apresentam um modelo de gerenciamento de dados e um protótipo de um sistema baseando-se no conceito de coordenação assíncrona de modificações de engenharia.

Diversos outros trabalhos apresentam soluções protótipos para o gerenciamento de informação em um ambiente colaborativo (MIYANISHI et al, 1998; PENG & TRAPPEY, 1998; FAUX et al, 1998; CHEN & JAN, 2000).

Entretanto, um significativo avanço das soluções PDM/EDM, veio com o desenvolvimento da Internet como habilitadora de soluções globais e a entrada agressiva de algumas empresas fornecedoras de sistemas ERP no mercado de gerenciamento de informações de engenharia. Estes fatores estão originando uma nova geração de sistemas. Em especial, o advento da Internet e das aplicações WWW têm provocado um grande impacto no desenvolvimento e utilização dos sistemas PDM, no sentido de criar soluções com um maior escopo de atuação (MILLER, 2000).

A significativa influência que a Internet está exercendo nas organizações e em particular no gerenciamento de informações de engenharia se deve a diversas inovações e facilidades que esta tecnologia permite. Alguns desses fatores serão descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Características da Internet (FOO & LIM, 1997)

Facilidade de acesso	Qualquer pessoa ou empresa pode conseguir acesso à Internet através de um computador pessoal, um modem de baixo custo e uma conta em algum provedor comercial.
Facilidade de uso	De modo geral, a tecnologia envolvida no desenvolvimento de aplicações pela Internet é mais acessível e de fácil utilização.
Conectividade global	Através da Internet a comunicação entre duas pessoas em qualquer lugar do mundo só depende que uma pessoa saiba o “endereço virtual” da outra pessoa
Velocidade de acesso	Apesar da constante insatisfação com a velocidade de conexão, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, a Internet possibilitou um grande avanço em termos de velocidade de comunicação.
Oportunidades comerciais	A possibilidade de realizar interações e transações comerciais pela Internet está provocando uma grande movimentação no sentido de explorar estes recursos.
Independência de escala e distância	Através da Internet a diferença entre atingir uma ou milhares de pessoas, ou entre se comunicar dentro de uma cidade ou entre continentes é pouco significativa.
Menos barreiras e oportunidades iguais	Facilidade de acesso faz da Internet um meio mais democrático, onde diferenças entre pequenas e grandes organizações são amenizadas.

Estes fatores popularizaram a Internet e motivaram sua utilização em diversas áreas de aplicação. Especificamente no gerenciamento de informações de engenharia, surgiram diversas iniciativas explorando as novas possibilidades da Internet e expandindo as funcionalidades dos sistemas tradicionais. Algumas delas serão descritas a seguir.

ROY et al (1997) propõem uma estrutura de informação para suportar o desenvolvimento colaborativo de produtos. Esta estrutura é composta

hierarquicamente em dois níveis. O primeiro nível consiste em um ambiente virtual onde as equipes de projeto podem compartilhar especificações de produto e modelos geométricos através de “*web pages*” e modelos VRML. O segundo nível é composto por um conjunto de aplicativos de engenharia distribuídos em uma coleção de servidores. A ligação entre os aplicativos e o ambiente compartilhado pelas equipes se dá através do uso de “*hiperlinks*”. Os autores implementaram um protótipo demonstrando o funcionamento dessa arquitetura.

ROY & KODKANI (2000) apresentam um protótipo de um sistema que permite que o projeto conceitual de um produto seja realizado de forma colaborativa usando os recursos da WWW. Os autores colocam que um sistema desse tipo permite que equipes de projeto distribuídas geograficamente possam trabalhar colaborativamente na fase conceitual de projetos. Além disso, o sistema permite o uso das informações já disponíveis na WWW, como uma base de dados de patentes no domínio da engenharia mecânica.

HUANG et al (2000) descrevem uma estrutura para suportar a definição, coordenação e monitoração do fluxo de trabalho entre diversos aplicativos de suporte à decisão em ambientes colaborativos de engenharia usando os recursos da WWW.

REZAYAT (2000), destacando a necessidade de uma empresa estendida possuir acesso eletrônico à informações de projeto e manufatura, recomenda o uso da Internet e das aplicações *Web*. O autor propõe a utilização de um portal (*Enterprise-Web Portal*) composto por uma aplicação *Web*, que permita a distribuição e o acesso de informações pela Internet, associada aos sistemas de autoria e gerenciamento de informações de engenharia (CAD/CAE/PDM/EDM). Esta aplicação *Web* utilizaria a tecnologia de objetos distribuídos (ex. CORBA/DCOM) e os padrões *Web* (ex. Java, XML, VRML) para permitir o acesso remoto às informações e aos aplicativos de engenharia e de gerenciamento de informações.

Em concordância com estas iniciativas, MILLER (2000) sugere uma nova geração de sistemas comerciais nomeados de “*Collaborative Product Definition Management*” (cPDM). Estes sistemas não representam uma nova área de aplicação, mas uma evolução natural dos sistemas PDM tradicionais incorporando as tecnologias da Internet e aplicações *Web* (MILLER, 2000). Recentemente a SAP,

empresa alemã de sistemas ERP, acompanhando essa tendência, anunciou o lançamento do sistema PLM (*Product Lifecycle Management*) como uma nova solução PDM (AMR, 2001).

Analisando as iniciativas apresentadas anteriormente, tanto as acadêmicas como as comerciais, é possível verificar que, além do aprimoramento das funções tradicionais dos sistemas PDM estas iniciativas apresentam duas inovações principais: o suporte à engenharia colaborativa explorando o recursos da Internet e o suporte ao gerenciamento do ciclo de vida do produto como um todo.

MILLER (2000) define esta primeira inovação como um conjunto de utilitários para auxiliar o processo de trabalho colaborativo, tais como, visualização e acesso remoto, tecnologias de integração de sistemas e abordagens baseadas na *Web*. O sistema SAP-PLM apresenta diversas funcionalidades de suporte ao trabalho colaborativo, como o gerenciamento de documentos baseado na *Web*, o gerenciamento de configuração entre diversos participantes e o conceito de “*workplace*” como um portal único, baseado na *Web*, onde todos os envolvidos em um processo de desenvolvimento de produto podem acessar as informações e aplicativos necessários (SAP, 1999b).

Outro aspecto relevante dessa nova geração de sistemas é o objetivo de suportar o gerenciamento do ciclo de vida do produto como um todo (MILLER, 2000, SAP, 1999b). ROY & KODKANI (2000), por exemplo, alertam quanto à superficialidade que os sistemas tradicionais tratam da fase de conceituação do produto. O sistema SAP-PLM se propõe a suportar diversas funcionalidades que antes eram praticamente ignoradas, como a análise de portfólio de produtos e a monitoração do andamento dos projetos.

5. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia desenvolvida para o trabalho, incluindo os objetivos e as questões de pesquisa, a abordagem metodológica adotada e a descrição das etapas do trabalho.

5.1. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA

De forma geral, o objetivo deste trabalho pode ser resumido como a caracterização do gerenciamento de informação de engenharia em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto.

O termo “caracterizar”, no entanto, não é específico o suficiente para auxiliar no desdobramento da pesquisa, de forma que, este objetivo precisa ser detalhado. Segundo YIN (1994), a expressão do objetivo na forma de questões de pesquisa é extremamente útil para a seleção de uma abordagem metodológica adequada. Dessa forma, este objetivo será detalhado na forma das seguintes questões:

- Como as principais atividades de gerenciamento de informação são influenciadas pelo desenvolvimento colaborativo e distribuído de produtos?
- Qual a complexidade que um ambiente colaborativo e distribuído acrescenta para o gerenciamento de informações?
- Como os sistemas de informação suportam ou facilitam a condução destas atividades?

Além dessas questões principais, um objetivo secundário desse trabalho é realizar uma contribuição para o estudo do gerenciamento de informações em

engenharia sob uma ótica holística e não focada apenas em algum aspecto específico do gerenciamento.

5.2. ABORDAGEM METODOLÓGICA

GIL (1999) define o método científico como um conjunto de processos, operações mentais e técnicas que se deve empregar em uma investigação, ou seja, é a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. A escolha do método e das técnicas adequadas para cada caso depende de vários fatores, como o objetivo e o tipo da pesquisa.

Segundo GIL (1991), as pesquisas podem ser classificadas em relação ao seu objetivo como exploratórias, descritivas ou explicativas. As pesquisas exploratórias visam desbravar novas áreas de conhecimento e construir hipóteses, as descritivas preocupam-se em descrever um fenômeno e as explicativas em estabelecer relações de causa e efeito, e entender o “porquê” das coisas (GIL, 1991). De acordo com as questões de pesquisa, este trabalho adota uma abordagem descritiva quanto aos seus objetivos.

Após classificar a pesquisa quanto ao seu objetivo é necessário escolher um procedimento ou estratégia de ação. YIN (1994) coloca que a escolha de uma estratégia de ação depende de três fatores principais: o tipo da questão de pesquisa, o nível de controle que o pesquisador pode exercer sobre o fenômeno e o foco da pesquisa em eventos contemporâneos ou históricos. A Tabela 9 mostra uma comparação entre algumas estratégias típicas que podem ser adotadas em relação a estes critérios.

Tabela 9: Comparação entre Diferentes Estratégias de Pesquisa (Fonte: COSMOS Corporation apud YIN, 1994)

Estratégia	Tipo da questão de projeto	Exige controle sobre os eventos ?	Foco em eventos contemporâneos?
<i>Experimental</i>	como, porquê	sim	sim
<i>Survey</i>	quem, o quê, onde, quantos	não	sim
<i>Análise de arquivo</i>	quem, o quê, onde, quantos	não	sim/não
<i>Histórica</i>	como, porquê	não	não
<i>Estudo de Caso</i>	como, porquê	não	sim

Segundo YIN (1994) um estudo de caso é uma investigação empírica que trata um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão totalmente claras. EISENHARDT (1989) define o estudo de caso como uma estratégia de pesquisa focada no entendimento da dinâmica de um fenômeno atual. GIL (1991) recomenda o estudo de caso para investigações profundas de uma ou poucas unidades de análise de maneira a permitir seu amplo e detalhado conhecimento.

Analisando as características desse trabalho e as definições de estudo de caso, é possível verificar que esta é uma estratégia de pesquisa adequada. Alguns atributos da pesquisa que justificam esta escolha são: a presença de questões de pesquisa do tipo “como” e o fato do pesquisador não possuir nenhum controle sobre o fenômeno. Além disso, o fato do estudo de caso ser adequado para a investigação de fenômenos contemporâneos também contribuiu para sua escolha.

CASTRO (1977), também coloca que o estudo de caso é uma solução para situações onde é impossível um estudo agregado, ou seja, envolvendo uma amostra estatisticamente significativa. ORLIKOWSKI & BAROUDI (1991) apud RAMESH & TIWANA (1999) sugerem que o estudo de caso é uma estratégia adequada para investigar a dinâmica da tecnologia de informação nas organizações.

Como estratégia de ação, também será realizada, paralelamente ao estudo de caso, uma análise da literatura sobre o assunto obtida pela revisão bibliográfica. Esta análise visa ajudar a responder algumas questões em que o estudo de caso não apresenta grande aderência, tal como, a identificação e descrição das principais atividades do gerenciamento de informações, através da comparação da literatura com os resultados do estudo de caso.

Em relação à abordagem de levantamento e manipulação dos dados é possível classificar uma pesquisa em quantitativa ou qualitativa (SILVA & MENEZES, 2000). Para este trabalho será adotada uma abordagem qualitativa, pois esta se enquadra melhor na estratégia de estudo de caso e nos objetivos do trabalho.

Quanto às técnicas de coleta de dados, YIN (1994) coloca que as possíveis fontes de dados em um estudo de caso são: documentação, arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e análise de objetos físicos. Neste trabalho foram utilizadas entrevistas orientadas como principal fonte de informação para os estudos de campo.

A Figura 25 sintetiza as principais características da abordagem metodológica adotada mostrando a seqüência lógica utilizada nas escolhas.



Figura 25: Síntese da Abordagem Metodológica

5.3. ETAPAS DO TRABALHO

Com base na abordagem metodológica apresentada anteriormente serão discutidas neste tópico as etapas que estruturam o trabalho. A Figura 26 ilustra as etapas gerais do projeto. Conforme mostra a figura, estas etapas não aconteceram de forma rigidamente seqüencial, porém elas apresentam uma relação de precedência lógica. As etapas estão descritas a seguir.

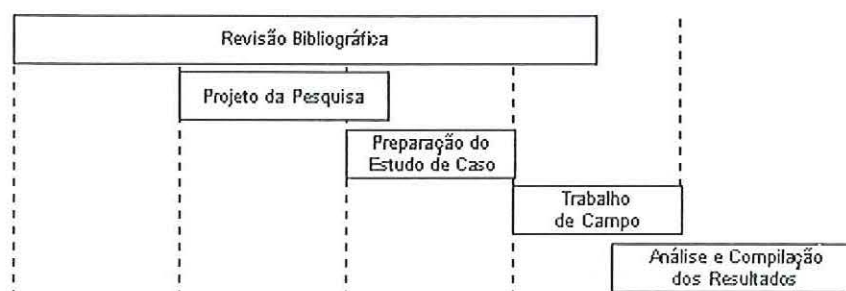


Figura 26: Etapas Gerais do Trabalho

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu no levantamento e no estudo das principais referências sobre o tema do trabalho. Esta etapa resultou na revisão apresentada nos capítulos 2, 3 e 4. O levantamento bibliográfico foi realizado utilizando as principais bases de bibliografia acessíveis ao aluno. O processo de levantamento das referências foi conduzido através de buscas cruzadas por palavras-chave, autores, periódicos relevantes e citações.

Projeto da Pesquisa

A etapa de projeto da pesquisa consiste no detalhamento dos objetivos, na formulação das questões de pesquisa e na definição da abordagem metodológica a ser utilizada. O maior parte do resultado dessa etapa é apresentada neste capítulo.

Preparação do Estudo de Caso

A preparação do estudo de caso foi realizada com base nas propostas apresentadas por EISENHARDT (1989) e YIN (1994), e nos exemplos de trabalhos recentes, como AMARAL (1997) e OMOKAWA (1999). As principais atividades

dessa etapa de preparação foram a definição da unidade de análise, a escolha das empresas e o projeto da coleta de dados.

YIN (1994), destaca a importância da definição da unidade de análise, alertando que ela é o que realmente define o “caso” em questão. Para tanto, será retomado o objetivo deste trabalho como “*caracterizar o gerenciamento de informação de engenharia em um ambiente colaborativo e distribuído de desenvolvimento de produto*”. Este objetivo destaca dois aspectos importantes para a definição da unidade de análise: um ambiente de desenvolvimento de produto, e o gerenciamento de informação. A partir desse objetivo, foi definido como unidade de análise os processos, técnicas e práticas de gerenciamento de informação que acontecem em uma empresa que atua em um processo de desenvolvimento de produto colaborativo e distribuído.

Seleção das Empresas

Foram escolhidas e estudadas três empresas distintas. A quantidade de três empresas foi determinada por possibilitar uma boa relação entre os resultados esperados e o escopo e a abrangência de um trabalho de mestrado. A seleção das empresas estudadas foi feita considerando os seguintes critérios:

- As empresas deveriam atender às características da unidade de análise definida para o projeto;
- As empresas deveriam possuir algumas diferenças significativas em relação às características do processo de DP e de colaboração para que a descrição dos casos fosse mais produtiva;
- As empresas deveriam ser representantes relevantes do setor, com expressiva atuação nacional e global;
- As empresas deveriam estar dispostas a contribuir com o trabalho e permitir que as entrevistas fossem feitas.

Projeto da Coleta de Dados

Conforme descrita anteriormente a principal técnica de coleta de dados utilizada foi a entrevista. Estas entrevistas foram orientadas por roteiros semi-

estruturados, pois dessa forma é possível conduzir uma entrevista focada, porém sem limitar a participação e a contribuição do entrevistado.

Foram utilizados três roteiros distintos. O roteiro I visando contextualizar o processo e projeto de desenvolvimento de produto em questão. Esse roteiro foi principalmente baseado na classificação do processo de desenvolvimento de produto apresentado por ROZENFELD & AMARAL (1999). O roteiro II visando levantar as características específicas das relações de colaboração. Este questionário foi criado baseando-se nos conceitos de colaboração apresentados na revisão, em especial nas classificações de KAMATH & LIKER (1994) e de PRASAD (1996a). O roteiro III é o principal e foi utilizado para caracterizar as atividades de gerenciamento de informação avaliando a influência dos aspectos de colaboração, assim como, a utilização dos sistemas de informação. Os roteiros I, II e III são apresentados no anexo A.

Trabalho de Campo

O estudo de campo consistiu na realização das entrevistas nas três empresas selecionadas usando os roteiros preparados anteriormente. Ao todo foram entrevistados 6 profissionais que trabalham diretamente nas áreas da empresa relacionadas com a unidade de análise em questão. Os profissionais escolhidos para as entrevistas foram gerentes de projeto, que possuem uma visão completa do desenvolvimento de produtos, e profissionais da área de informática, que conhecem os sistemas e os processos de gerenciamento de informações. Cada entrevista teve entre 2 a 3 horas de duração.

Análise e Compilação dos Resultados

A fase de análise e compilação dos resultados consistiu na avaliação dos resultados do estudo de caso comparando com a análise da literatura e na compilação da dissertação final.

6. RESULTADO DOS ESTUDOS DE CAMPO

No trabalho de campo foram estudadas três empresas, através de entrevistas, de acordo os roteiros apresentados no anexo. Os nomes das empresas estudadas não serão identificados. Estas serão tratadas, a partir deste momento, como empresa A, B e C.

As informações levantadas nas entrevistas foram compiladas e são reportadas a seguir organizadas em três tópicos: a caracterização do processo de DP, a caracterização das relações de colaboração e as questões relativas ao gerenciamento de informações.

6.1. CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

A primeira empresa estudada, aqui denominada empresa A, é uma fornecedora de primeiro nível do setor de automobilístico. O produto desenvolvido e manufaturado por esta empresa é totalmente baseado em tecnologia mecânica e é composto por cerca de 200 componentes. Em relação ao produto final, ou seja, o veículo, representa uma importante montagem em termos de desempenho e interface com o usuário.

O processo de desenvolvimento de produto da empresa A inicia-se na maior parte dos casos a partir das especificações de desempenho fornecidas pela montadora. Contudo, também é possível iniciar um desenvolvimento a partir da identificação de uma oportunidade futura, mesmo que não exista um cliente já definido. A empresa utiliza um modelo de processo como referência para o desenvolvimento de produtos. Este modelo apresenta, de modo geral, as fases de conceito, projeto, protótipo, piloto e lançamento. Existe um departamento de

engenharia responsável pelas principais atividades de projeto. Entretanto, os projetos são conduzidos por times multifuncionais, que envolvem pessoas de diferentes áreas como engenharia, compras, vendas, manufatura e também fornecedores. Todo projeto possui um líder que não é necessariamente algum funcionário da engenharia. Em alguns casos a empresa até recomenda que o líder seja da área de manufatura. O modelo do processo está sendo aprimorado com a adição do conceito de revisões de fase (*Quality Gates*).

A Tabela 10 sintetiza as principais características do processo de desenvolvimento de produtos da empresa A de acordo com a tipologia proposta por ROZENFELD & AMARAL (1999).

Tabela 10: Características do DP na Empresa A

Nível	Fator		Tipos
Mercado	Setor		Automobilístico
	Concorrência		Oligopólio
	Alvo	Geográfico	Mercosul
		Posição na cadeia de produção	Intermediário na cadeia de suprimentos como primeiro nível de fornecimento
Corporação	Inserção		Unidade de negócio de uma corporação multinacional
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento
		Equipe	Local
Empresa	Responsabilidade técnica		Centro de desenvolvimento de produto e manufatura
	Estratégia	Competitiva	Misto com ênfase em qualidade, porém considerando as restrições de custo. Tempo não é crítico ou determinante para o sucesso do desenvolvimento.
		Interprojetos	Simultâneo (cerca de 3 projetos acontecendo simultaneamente)
	Informações iniciais		Requisitos técnicos fornecidos pelo cliente ou identificação de oportunidade futura.
	Complexidade do produto	Tecnologia principal	Mecânica
		Interna	Cerca de 200 componentes
		Interface com o usuário	Média complexidade de interface. Apesar de não ser a principal interface com o usuário final, é reconhecido por este.
	Grau de inovação		Derivados

A segunda empresa estudada, aqui denominada empresa B, também é uma fornecedora de primeiro nível do setor automobilístico, porém, com algumas significativas diferenças em relação à empresa A, principalmente em relação à complexidade do produto. No caso da empresa B o produto é extremamente simples em relação ao número de componentes (apenas 2 componentes). A complexidade é maior na fabricação que envolve processos de conformação, solda e pintura. A Tabela 11, a seguir, sintetiza as principais características do DP na empresa B de acordo com a tipologia proposta por ROZENFELD & AMARAL (1999).

Tabela 11: Características do DP na Empresa B

Nível	Fator		Tipos
Mercado	Setor		Automobilístico
	Concorrência		Oligopólio
	Alvo	Geográfico	Mundial (Europa, Estados Unidos e México)
Posição na cadeia de produção		Intermediário na cadeia de suprimentos (primeiro nível de fornecedores)	
Corporação	Inserção		Unidade de negócio de uma corporação multinacional, porém com uma filial de manufatura em outro país.
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento
Equipe		Mundial (possui escritórios de apoio no contato com o cliente nos EUA e na Europa)	
Empresa	Responsabilidade técnica		Centro de desenvolvimento de produto
	Estratégia	Competitiva	Misto com ênfase em custo e qualidade
		Interprojetos	Simultâneo (cerca de 9 projetos acontecendo simultaneamente)
	Informações iniciais		Requisitos de desempenho e parte do projeto do produto
	Complexidade do produto	Tecnologia principal	Mecânica (processos de conformação, solda e pintura)
		Interna	2 ou 3 componentes
Interface com o usuário		Alta complexidade	
Grau de inovação		Plataformas	

Assim como a empresa A, a empresa B utiliza como referência para o desenvolvimento de produto os requisitos estabelecidos pela APQP⁴. Existe uma área de engenharia de produto, principal responsável pelos novos produtos. As questões relativas aos processos de fabricação são de responsabilidade de uma área de engenharia de processo. Os projetos são conduzidos por um coordenador da engenharia de produto e por um time multifuncional, que envolve pessoas das áreas de processo, produção, qualidade e logística. Na área de engenharia os profissionais são especializados em clientes e plataformas.

A terceira empresa estudada, aqui denominada empresa C, é uma montadora do setor automobilístico. Suas principais características são apresentadas na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12: Características do DP na Empresa C

Nível	Fator		Tipos
Mercado	Setor		Automobilístico
	Concorrência		Oligopólio
	Alvo	Geográfico	Mundial
		Posição na cadeia de produção	Contato com cliente final
Corporação	Inserção		Unidade de negócio com matriz internacional
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento
		Equipe	Mundial
Empresa	Responsabilidade técnica		Centro de desenvolvimento de produto
	Estratégia	Competitiva	Misto com ênfase em custo
		Interprojetos	Novo
	Informações iniciais		Idéia/Oportunidade
	Complexidade do produto	Tecnologia principal	Principalmente mecânica com elétrica e eletrônica
		Interna	Cerca de 1200 componentes
		Interface com o usuário	Alta complexidade
	Grau de inovação		Nova geração sem grande inovação e ruptura

⁴ APQP (Advanced Product Quality Planning) é um padrão de referência para o desenvolvimento de

No caso da empresa C, ao contrário dos casos anteriores, a unidade de análise estudada foi um projeto específico, e não uma situação típica de desenvolvimento de produto como nos outros casos. A organização para esse projeto é matricial, sendo que muitos envolvidos se desligaram totalmente da estrutura funcional para se dedicar ao projeto. A responsabilidade pelo desenvolvimento é dividida em diversos grupos criados para diferentes partes do produto. Os coordenadores de cada grupo são responsáveis pelas características de custo, qualidade e prazo pela respectiva parte do produto, mesmo que fornecedores ou parceiros estejam envolvidos no processo. O processo de desenvolvimento é orientado segundo as revisões de fase que marcam o fim de cada etapa e funcionam com integradoras das atividades de cada grupo.

6.2. CARACTERÍSTICAS DA COLABORAÇÃO

Os relacionamentos de colaboração da empresa A no DP acontecem com os clientes (montadoras) e os fornecedores de componentes. A Figura 27 ilustra a empresa A e os relacionamentos estudados mostrando os fluxos de materiais e de informação.

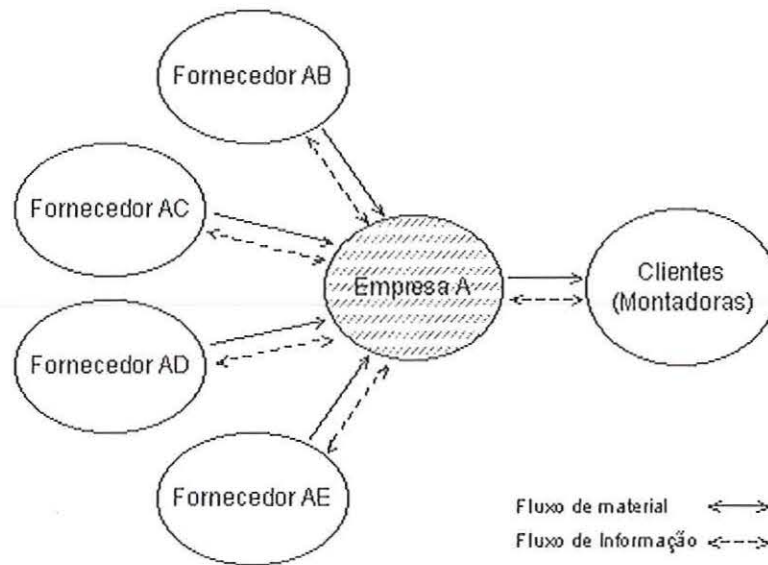


Figura 27: Relações de Colaboração da Empresa A

O relacionamento da empresa A com as montadoras acontece, de acordo com a classificação apresentada por PRASAD (1996a), como contratual tradicional ou contratual em duas fases. A empresa A recebe os requisitos técnicos da montadora e desenvolve o novo produto, praticamente de forma independente, para atendê-los.

A Tabela 13 apresenta as características dos principais fornecedores da empresa A que participam do desenvolvimento de um novo produto. Cada coluna da tabela trata de uma classe de fornecedores com comportamento semelhante e não necessariamente de apenas uma empresa.

Tabela 13: Características dos Principais Fornecedores da Empresa A

	Fornecedor AB	Fornecedor AC	Fornecedor AD	Fornecedor AE
Escopo de projeto	Componentes semi-padronizados (Rolamentos). Exercem uma influência grande no desempenho do produto e muitas vezes componentes especiais precisam ser desenvolvidos pelos	Componentes (Fundidos)	Componentes (Anéis Sincronizadores)	Componentes padronizados. <i>Commodities</i>

	fornecedores.			
Histórico de relacionamento	Todos os fornecedores apresentam um longo histórico de relacionamento. Não é comum a troca ou a entrada de novos fornecedores.			
Tipo de relacionamento	Participam desde o início do desenvolvimento, principalmente das decisões sobre o conceito do produto. Em muitos casos precisam desenvolver produtos especiais	Relação contratual, provavelmente devido à simplicidade do componente. O cliente envia as especificações como requisito e o fornecedor entrega o produto acabado.	Participam desde o início do desenvolvimento e influenciam nas decisões sobre o conceito do produto. Possuem responsabilidade tecnológica e de desenvolvimento dos componentes.	Relação de fornecimento contratual a partir das especificações fornecidas pela empresa A.
Relação geográfica	Todos os fornecedores estão localizados regionalmente em relação à empresa A			

Na empresa B, as relações de colaboração mais intensas não ocorrem com os fornecedores, pois, devido à baixa complexidade do produto, os fornecedores não são responsáveis por partes dos produtos. As principais interfaces do produto da empresa B, que exigem coordenação e troca de informações, são de responsabilidades de outros fornecedores de primeiro nível da montadora. Os principais fornecedores da empresa B são fornecedores de matéria-prima, como aço, tintas e cordões de solda. A relação com estes fornecedores, apesar de ser muitas vezes intensa, não envolve grandes trocas de informação, como desenhos técnicos e documentos. Em relação aos clientes, a empresa B é um fornecedor do tipo *blackbox*, que, na maioria dos casos, recebe as especificações técnicas de desempenho e entregam o produto final. A Figura 28 ilustra os principais relacionamentos da empresa B, mostrando os fornecedores C e D, que são fornecedores de primeiro nível da montadora que, esporadicamente, trocam informações diretamente com a empresa B.

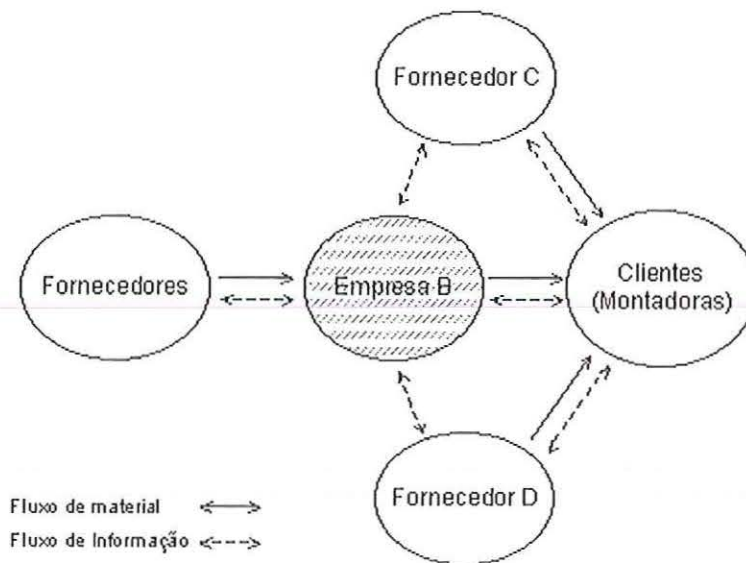


Figura 28: Relações de Colaboração da Empresa B

As relações de fornecimento e colaboração da empresa C, no projeto estudado, são diversas e complexas. Neste trabalho foram consideradas somente as relações com fornecedores principais, ou seja, os fornecedores que possuem maior responsabilidade em relação ao escopo do produto. Dentre estes fornecedores, a maioria possui um longo histórico de relacionamento com a montadora, se envolveram no desenvolvimento desde as primeiras fases do projeto e são responsáveis por sistemas ou montagens complexas. A principal diferenciação ocorre em relação à posição geográfica das equipes de projeto. Existem equipes localizadas mundialmente, equipes localizadas regionalmente e equipes co-localizadas no principal centro de desenvolvimento e controle do projeto.

6.3. CARACTERÍSTICAS DO GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO

Este item apresenta as questões relativas ao gerenciamento de informação nas empresas estudadas considerando principalmente os relacionamentos com fornecedores e clientes. Cada tópico inclui os dados levantados nos três casos, mostrando as características de cada aspecto do gerenciamento de informação e a respectiva aplicação de sistemas de informação.

6.3.1. Características Gerais

Tanto na empresa A, como na empresa B, as principais informações manipuladas em conjunto com clientes, fornecedores e parceiros são as especificações técnicas de desempenho fornecidas pelas montadoras e os desenhos de componentes e conjuntos. Os desenhos podem aparecer ao longo do desenvolvimento sob várias formas e funções, como croquis, desenhos de *lay-out* enfatizando a interface da montagem, desenhos detalhados, etc.

Na empresa A os principais sistemas de informação utilizados no desenvolvimento são os aplicativos de escritório, CAD e CAPP. A empresa caminha para usar somente um sistema CAD, porém atualmente ainda usa outros dois. Um deles era usado no passado e hoje funciona apenas como uma herança e outro é usado como exigência de um cliente. A lista de material é criada e controlada por um sistema CAPP que possui uma interface com o ERP.

A empresa B utiliza aplicativos de escritórios, três diferentes sistemas CAD utilizados conforme a necessidade do cliente, sistemas de simulação e um sistema ERP que armazena algumas informações de um produto após sua liberação.

A empresa C é o caso de maior complexidade para o gerenciamento de informação e o caso onde os sistemas de informação atuam mais efetivamente, ou seja, onde os sistemas de informação apóiam uma maior quantidade de atividades de gerenciamento de informações. No projeto estudado os sistemas de informação compõem um ambiente heterogêneo com diversos sistemas legados e comerciais convivendo para dar apoio às práticas de gerenciamento de informação. Alguns dos sistemas utilizados foram adotados por imposição da matriz internacional e possuem aplicação global, ou seja, são acessados pelo centro de controle do projeto no Brasil e pelo parceiro internacional. Entretanto, ainda existem diversas deficiências e pontos não suportados pelos sistemas de informação.

6.3.2. Identificação de Itens e Documentos

A empresa A mantém um sistema de identificação onde todos os itens do produto possuem um identificador único, inclusive os itens de responsabilidade de

fornecedores. Este identificador é semi-significativo e composto por um dígito que identifica a unidade de negócio, um que identifica se o item é protótipo ou não, um número seqüencial e o nível de revisão.

Os itens de responsabilidade de fornecedores recebem uma outra identificação no fornecedor. Dessa forma, é necessário manter uma referência cruzada para a identificação de um item entre a empresa A e os fornecedores. Isto também acontece no lado do cliente. A montadora mantém uma numeração própria para os mesmos produtos diferente da numeração da empresa A. De modo geral, é o cliente, em todos os níveis, que tem a liberdade de usar sua identificação e o fornecedor que tem a responsabilidade de converter para a sua identificação. O processo de conversão da identificação dos itens não é totalmente estruturado e reconhecido por todos. Na maioria dos casos é necessário um processo de investigação para chegar ao item correto, o que acarreta em significativa perda de tempo.

Na empresa A a identificação dos documentos (desenhos técnicos, por exemplo) é feita utilizando a mesma numeração que identifica os itens. Não existe um sistema de identificação específica para os documentos.

A empresa B também utiliza um sistema de identificação semi-significativo para identificar seus componentes e produtos. A parte principal da identificação é composta por uma dimensão característica do produto e por um número seqüencial de 3 dígitos. Uma extensão é utilizada em alguns casos para melhor caracterizar os componentes. A partir do momento que um produto é submetido e aprovado pelo cliente este passa a receber o número de identificação do cliente e dessa forma uma referência cruzada deve ser mantida. Neste caso esta relação é mantida no sistema ERP. Quando o item é liberado ele é cadastrado no sistema com suas informações básicas incluindo o número da empresa B e o número do cliente. No produto físico os dois números são gravados para facilitar o rastreamento da peça. A identificação dos documentos digitais (arquivos de CAD) ocorre atribuindo ao nome do arquivo o número respectivo item.

A empresa C possui dois sistemas principais de identificação de peças. Estes sistemas são semi-significativos e servem para identificar temporariamente peças

não-liberadas e posteriormente peças liberadas. A identificação de documentos, assim como nos outros casos, é feita usando o mesmo número de identificação dos itens. Em relação aos fornecedores e parceiros, a empresa C ignora a existência de um outro sistema de identificação paralelo. Todo tipo de contato ou documentação deve ser apresentado à empresa C usando o sistema estabelecido por esta. Provavelmente, isso se deve principalmente ao poder da empresa C por sua posição de cliente e controladora do projeto.

6.3.3. Armazenamento e Recuperação de Documentos

Na empresa A a maioria dos documentos é armazenada, de forma controlada, em papel em arquivos físicos. Existe um arquivo físico central onde diversos documentos, como os desenhos de engenharia, são armazenados e controlados por um funcionário e um arquivo físico da engenharia onde documentos específicos de engenharia são armazenados. Neste arquivo o controle de entrada e saída de documentos é feito pelos próprios usuários. Conforme reportado, isso acarreta, em muitos casos, um controle ineficiente dos documentos. Os desenhos e outros documentos recebidos de fornecedores ou clientes são armazenados em papel no arquivo físico.

Os desenhos em formato digital são armazenados em um disco central sob o controle de um funcionário da empresa. O processo de armazenamento de um arquivo no disco central acontece conforme descrito a seguir. O engenheiro inicia a criação de um novo desenho e o armazena localmente. Quando ele deseja realizar o “*check-in*” na área de segurança, solicita ao funcionário responsável através de um formulário padrão em papel. Este funcionário coleta todas as solicitações e durante a noite armazena os arquivos no disco de segurança e exclui a versão local. A partir do momento que o documento está armazenado no disco de segurança este somente pode ser modificado através da alteração do nível de revisão ou da criação de um novo número de identificação.

A empresa A não mantém um sistema de classificação de itens e documentos que facilite a recuperação de informações. A recuperação de um item se dá exclusivamente através do seu número de identificação. Geralmente o processo para

se recuperar informações de um item começa com a identificação do número do produto (através da memória das pessoas envolvidas no desenvolvimento), segue a consulta da lista de material deste produto que é mantida em um CAPP até a localização do número de identificação do item. Com o número de identificação, outras informações do item, como o desenho, podem ser recuperadas.

Na empresa B as informações de controle de projeto, como cronogramas, memorandos, e-mails etc, são armazenados em uma pasta que acompanha toda a vida do produto. Estas pastas são muito utilizadas no dia a dia e funcionam como um centralizador das informações do projeto. Informações que exigem um maior controle, como desenhos e planos de processo, são armazenadas em arquivos físicos.

Não existe, na empresa B, um sistema de classificação e recuperação de itens. A única maneira de se recuperar as informações de um item é através do número de identificação. Algumas informações principais sobre o item podem ser encontradas no sistema ERP após o momento que este foi liberado e cadastrado. Para componentes pode-se usar o recurso “onde usado” para descobrir em que produto aquele item é usado. Os desenhos são armazenados em formato digital e em papel. Os desenhos em formato digital ficam armazenados em um diretório do servidor central e são de acesso exclusivo dos projetistas. Os documentos em papel ficam armazenados e controlados em um arquivo físico. No arquivo físico os documentos em papel ficam separados em “aprovados”, “em alteração” e “não aprovados”, e são recuperados pelo número de identificação.

A empresa C, no projeto estudado, armazena os desenhos de engenharia em formato digital em um sistema que controla todas as geometrias do projeto, inclusive os desenhos de responsabilidade de fornecedores e parceiros. Este sistema armazena os desenhos de forma controlada, gerenciando os níveis de revisão. Os fornecedores devem submeter seus desenhos no formato adequado para o armazenamento no sistema. O acesso às geometrias é restrito a poucas pessoas responsáveis pelo projeto.

Um sistema paralelo e auxiliar facilita a consulta dos desenhos por toda a empresa. Este sistema armazena os documentos em formato “raster” e possibilita busca e consulta. A recuperação dos desenhos é feita principalmente pelo número de

identificação da peça. Não existe um sistema de classificação e recuperação por características ou parâmetros das peças. Para produtos padronizados existe um catálogo de referência para consulta e seleção de componentes. Este catálogo foi criado com o intuito de aumentar a padronização e a reutilização de componentes.

6.3.4. Troca e Distribuição de Informação

Na empresa A toda troca de informação com fornecedores e clientes é feita oficialmente pelas áreas de compras e vendas, respectivamente. A área de compras controla toda a interface com os fornecedores, inclusive o andamento dos projetos, e a área de vendas é responsável pelo contato com as montadoras. Entretanto, devido à afinidade de atividades entre a montadora, fornecedores e a engenharia da empresa A, muitas vezes o contato é feito diretamente com a engenharia.

As principais informações trocadas entre a empresa A, fornecedores e clientes são especificações técnicas e desenhos de componentes e conjuntos. Os padrões para troca de arquivos são, na maioria dos casos, impostos pelo cliente. Cada montadora utiliza sistemas CAD distintos e exige que os desenhos sejam fornecidos no formato conveniente. Para isso, a empresa A utiliza serviços terceirizados de escritórios de conversão ou, em alguns casos, realiza a conversão dos formatos internamente. A principal regra é atender às solicitações da montadora. Em relação aos fornecedores da empresa A, a principal forma de troca de desenhos é por meio de papel. Os desenhos, em papel, são armazenados no arquivo central. O uso de formatos neutros, como o IGES, ainda é incipiente.

A troca de arquivos é concretizada, na maioria dos casos, utilizando correio eletrônico ou serviços de FTP⁵. A empresa A mantém com alguns clientes uma linha dedicada para transmissão de dados e arquivos. A confidencialidade é um aspecto determinante na troca de informação na empresa A. Muitos fornecedores trabalham também com outros clientes, o que faz com que a empresa A tome certos cuidados com o envio de informações. Por exemplo, é comum que um desenho seja “censurado” antes do envio para o fornecedor, para que este mostre somente as

⁵ FTP (*File Transfer Protocol*) é um serviço que utiliza a Internet para a transferência de arquivos.

informações fundamentais. Em outros casos os fornecedores são convocados para reuniões dentro da empresa A para que as informações não precisem sair da empresa. Cabe destacar a importância da comunicação informal entre empresa A, montadoras e fornecedores realizada através de telefone, correio eletrônico e fax.

A empresa B só possui procedimentos formais para troca de informações com os clientes. A elaboração do desenho principal que será submetido para a aprovação do cliente é conduzida de acordo com as especificações estabelecidas por este. O envio do documento digital é feito através de um link dedicado, principalmente quando o cliente está localizado globalmente. Entretanto, ainda é comum, a troca de arquivos de modo informal através de e-mail e papel.

A troca de informações com os parceiros de interface, ou seja, aquelas empresas que são fornecedoras do mesmo nível e que não possuem uma relação de fornecimento de materiais entre si, é feita, na maioria dos casos, através da montadora. Esta funciona como um nó que recebe e redistribui os dados. Contudo, é possível que a troca de informação (especialmente de arquivos de desenhos) aconteça paralelamente entre estas empresas.

A empresa C mantém uma intensa atividade de troca e distribuição de informação com os fornecedores. As principais informações trocadas são especificações técnicas, informações sobre alterações e correções de projeto, desenhos de componentes e conjuntos, informação sobre volume de produção e informações de controle, como prazos, custos e status. No caso da empresa C também foi enfatizada a importância dos canais informais de comunicação, como telefone, e-mail e fax.

A troca de informação com as equipes co-locadas ocorrem como se estas equipes fossem parte da empresa C, utilizando os mesmos recursos e procedimentos internos. Com os principais fornecedores localizados regionalmente e com os parceiros internacionais é utilizado um sistema com uma conexão dedicada para a troca de arquivos. Geralmente, esta conexão é utilizada para transmitir desenhos e geometrias.

6.3.5. Estrutura de produto

A empresa A mantém uma estrutura de produto única para toda a empresa. Esta estrutura fica armazenada em um sistema CAPP e pode ser acessada facilmente, porém todos utilizam a mesma visão da estrutura. Os fornecedores não possuem acesso à estrutura e também não há a necessidade de compatibilizar as estruturas dos fornecedores, pois, estes são responsáveis apenas por componentes isolados. Dessa forma a estrutura de produto está totalmente sobre o controle da empresa A.

Devido à baixa complexidade dos produtos na empresa B, em relação ao número de itens, o uso de estruturas de produtos ou listas de materiais não é uma prática utilizada. Os desenhos de produto apresentam, acima da legenda, a respectiva lista de material que possui dois ou três itens.

Na empresa C, a estrutura de produto exerce um importante papel de controle e integração do projeto. Um sistema de gerenciamento de dados de produto (PDM) sofisticado é mantido para a manutenção da estrutura de produto de engenharia. Este sistema suporta diversas funções, porém nem todas são exploradas na prática. Conforme descrito pelos entrevistados, este sistema apresenta baixa usabilidade e alta rigidez em sua manipulação. Estas características resultam no surgimento de estruturas paralelas mantidas pelos grupos responsáveis pelas partes do produto até o momento que a estrutura oficial precise estar liberada para revisão de fase ou construção de protótipos. O detalhamento da estrutura para partes de responsabilidade de parceiros é feito pelos próprios parceiros, porém, no caso dos parceiros co-locados e do parceiro internacional, que faz parte da mesma corporação, a estrutura de produto é documentada da mesma forma que os grupos internos. No caso de fornecedores regionais “black-box” a estrutura não é totalmente detalhada na empresa C.

6.3.6. Processo de Criação e Liberação do Produto

O processo de criação e liberação de produtos na empresa A é relativamente simples e não é totalmente estruturado. O conceito de um novo produto é criado a partir da lista de material de um produto semelhante. Primeiramente a nova lista de

material é categorizada como protótipo no sistema CAPP. Os itens idênticos são mantidos e para os itens novos são criados novos números de identificação. Para cada novo número de identificação é iniciado o processo de criação do desenho. Quando o desenho é finalizado e aprovado, ele deixa de ser protótipo e é armazenado no disco central. São utilizados os requisitos de qualidade da QS-9000 para a verificação e aprovação dos desenhos.

A empresa A participa da aprovação dos itens dos fornecedores através da área de compras. O fornecedor submete os novos itens à área de compras que confronta com as especificações definidas pela engenharia. Em caso de dúvidas, especialistas da área de engenharia são consultados.

A empresa B mantém um processo interno de aprovação de desenhos e liberação de itens que segue os padrões estabelecidos pela QS-9000. A aprovação final dos desenhos é feita pelo cliente e toda documentação relativa à liberação de um item é enviada ao cliente conforme estabelece a QS -9000.

A empresa C mantém um complexo processo de criação e liberação dos itens e desenhos de engenharia. Este processo atravessa várias áreas da empresa e culmina no armazenamento do documento na área controlada e em sua publicação no sistema que armazena os desenhos em formato "raster". Os parceiros co-locados seguem o mesmo processo de liberação usado internamente na empresa C. Os fornecedores distribuídos geograficamente também devem submeter seus desenhos ao processo de liberação de engenharia interno da empresa C, porém nesse caso isso é feito pelo coordenador da empresa C responsável pela respectiva parte do produto.

6.3.7. Processo de Modificação de Engenharia

A empresa A mantém dois tipos de processos internos estruturados para realizar modificações de engenharia. O primeiro tipo foi idealizado para os processos com maior impacto na qualidade do produto e maior grau de dificuldade. Este processo necessariamente deve possuir um coordenador e um cronograma para acompanhamento. O outro processo é utilizado para as modificações mais simples e não exigem um controle tão rigoroso. Ambos os processos de modificação só entram

em vigor quando o produto ou item está liberado e qualquer pessoa relacionada ao processo pode solicitar uma modificação. Em itens protótipo as alterações são realizadas livremente sem nenhum tipo de controle. As alterações que causam algum impacto nos itens de responsabilidade de fornecedores ou nas especificações definidas pelo cliente são tratadas de forma especial. Nestes casos o fornecedor ou o cliente é convocado para uma reunião onde a modificação vai ser negociada.

A empresa B mantém um processo de modificação de engenharia formal e interno à empresa operando com formulários em papel. Todo o processo ocorre internamente, porém algumas interfaces informais com o meio externo são frequentes e necessárias. Por exemplo, é possível que um cliente solicite uma alteração de projeto. Esta solicitação pode ser feita através de um telefonema, fax ou e-mail e irá disparar um processo interno de modificação. No caso de uma modificação alterar uma característica do produto, que influencia outras partes do produto final, é necessário comunicar o cliente, e inicia-se um processo de negociação para resolver a modificação.

A empresa C, assim como as outras empresas estudadas, mantém um processo formal e interno de modificação de engenharia. A interação entre o processo interno e os processos de modificação de fornecedores acontece de forma não estruturada, muitas vezes utilizando modos informais de comunicação como telefone, e-mail ou fax. Toda modificação de engenharia na empresa C, mesmo aquelas solicitadas e negociadas pelos fornecedores, é de responsabilidade dos coordenadores da respectiva área. Também foi relatado que, no dia-a-dia, esse processo é passível de falhas, principalmente quando envolve fornecedores, podendo resultar em conflitos nas montagens dos protótipos.

6.4. COMPARAÇÃO ENTRE A BIBLIOGRAFIA E OS RESULTADOS DE CAMPO

Os capítulos 3 e 4 apresentam a revisão bibliográfica sobre os conceitos gerais de gerenciamento de informação e dos sistemas de informação que suportam o gerenciamento de informação em um ambiente de desenvolvimento de produtos. Com base nesta revisão foi elaborado um roteiro que serviu de referência para as

entrevistas do estudo de caso, cujo resultado foi descrito anteriormente. A Tabela 14, a seguir, sintetiza e compara, para cada aspecto estudado do gerenciamento de informação, o que foi encontrado na bibliografia e o que foi relatado nas empresas estudadas.

Esta tabela mostra o estado de cada aspecto do gerenciamento de informação conforme encontrado na bibliografia, comparando com a situação das empresas estudadas. É possível identificar diversos indícios que mostram como a situação atual do gerenciamento de informação de engenharia das empresas estudadas parece estar um passo atrás da situação apresentada na bibliografia. Alguns exemplos desses indícios são:

- Os padrões neutros de representação de desenhos, como IGES e STEP, não são efetivamente utilizados para a troca de informações. Foi possível constatar que a troca de desenhos em papel ainda é significativa e que muitas vezes as empresas optam por adotar diversos sistemas CAD em detrimento ao uso de um padrão neutro de representação. Um dos fatores que motivam esta situação é o atual estágio de evolução em que estas tecnologias se encontram, não oferecendo um desempenho satisfatório;
- Não foi constatado nas empresas o uso de códigos não-significativos para a identificação de itens conforme a bibliografia sugere. Esta situação é um reflexo da situação de transição entre um ambiente não automatizado, onde o uso de códigos significativos é típico, e um ambiente automatizado que possibilita o uso de códigos não-significativos;
- Não foram verificadas nas empresas soluções para classificação e recuperação de itens e documentos baseados em tipos de peças, *features*, palavras-chave, código de classificação etc;

Estes e outros indícios mostram uma defasagem entre as práticas das empresas estudadas e as técnicas colocadas na bibliografia sobre o assunto. Estas observações serão discutidas novamente nas conclusões do trabalho.

Tabela 14: Comparação entre Bibliografia e os Resultados de Campo

	BIBLIOGRAFIA	CASOS
Identificação de Itens e Documentos	A bibliografia apresenta as possibilidades de usar um sistema com código significativo, semi-significativo ou não-significativo para a identificação de itens. Alguns autores apontam o sistema não-significativo como a melhor solução em um ambiente que usa sistemas de informação. Quanto à identificação de documentos é sugerido que exista uma identificação independente para os documentos e que se estabeleça uma relação entre os itens e documentos.	Nos três casos foi observado o uso de um sistema semi-significativo de identificação de itens. Isto é, o código de identificação é composto por alguns dígitos significativos e por uma parte seqüencial não-significativa. Quanto à identificação de documentos, foi observado, nos três casos, o uso do número de identificação do item para identificar o respectivo desenho que o representa. Ou seja, não é mantido um sistema de identificação independente para os documentos. Provavelmente, isso se deve à herança das antigas práticas de gerenciamento baseada em papel, e ao estado inicial do uso de sistemas de informação.

	BIBLIOGRAFIA	CASOS
Armazenamento e Recuperação de Documentos	Diversos trabalhos apresentam propostas para armazenamento, classificação e recuperação de documentos usando sistemas PDM e EDM conforme foi apresentado nos capítulos 3 e 4.	Ficou constatada, nas empresas estudadas, a importância do armazenamento de documentos na forma de papel. Nas empresas A e B os desenhos técnicos são armazenados, controlados e consultados na forma de papel. Os arquivos digitais originais são armazenados em um diretório central com acesso restrito para os projetistas envolvidos na criação dos desenhos. Somente na empresa C foi observado um sistema digital para a consulta de desenhos técnicos. Nas três empresas estudadas a forma de recuperação de informação se resume a usar o número de identificação do item.
Troca e Distribuição de Informação	A bibliografia apresenta diversas propostas para troca e distribuição de informação, como o uso de formatos neutros e de repositórios compartilhados. O item 3.3.5 apresenta maiores detalhes.	Nos casos estudados foi ressaltada a informalidade das trocas de documentos. Na maioria das vezes a troca de documentos é feita utilizando e-mail ou mesmo papel. O uso de formatos neutros, como IGES e STEP, ainda é insipiente. Na maior parte dos casos a conversão é feita manualmente ou usando um conversor específico.



	BIBLIOGRAFIA	CASOS
Estrutura de Produto	A bibliografia costuma colocar a estrutura de produto como o dispositivo central de um sistema de gerenciamento de informações de engenharia. Diversos trabalhos discutem a importância de uma estrutura única em toda a empresa e do uso de diferentes visões para melhor atender às necessidades de cada área funcional.	Em dois dos casos estudados a estrutura de produto exerce uma função essencial no controle do projeto. Nestes casos existe uma preocupação e um esforço no sentido de manter uma estrutura única ou uma estreita integração entre a estrutura de engenharia e manufatura. O uso de diferentes visões a partir da mesma estrutura básica não foi observado em nenhum caso.
Processo de Criação e Liberação do Produto	A bibliografia, principalmente os trabalhos relacionados ao gerenciamento de configuração, apresenta alguns processos de criação e liberação de itens e documentos baseados em fluxos de <i>status</i> .	Nos casos estudados os processos de criação e liberação de documentos não se mostraram muito estruturados. Uma das principais preocupações é seguir as exigências de revisão e aprovação propostas pela QS-9000.
Processo de Modificação de Engenharia	Existem diversos trabalhos na bibliografia que discutem as questões relativas ao processo de modificação de engenharia. Alguns trabalhos enfatizam a importância de estruturar um processo de modificação ou usar sistemas de informação que apoiem esse processo.	Nas empresas estudadas foi possível observar que esse processo é um dos processos mais estruturados. A empresa A, por exemplo, utiliza dois processos distintos de modificação, para alterações mais simples ou mais críticas. O uso de sistemas <i>workflow</i> para apoiar este processo ainda é insipiente.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho estudou as características das principais disciplinas do gerenciamento de informação em ambientes colaborativos e distribuídos de desenvolvimento de produtos. O objetivo estabelecido inicialmente foi avaliar a influência de um ambiente colaborativo na complexidade do gerenciamento de informação e o apoio dos sistemas de informação. O trabalho foi conduzido em duas partes principais. A primeira parte consistiu em uma revisão bibliográfica e a segunda em um estudo de caso com empresas do setor automotivo.

Os principais resultados da revisão bibliográfica foram a compilação das definições de gerenciamento de informação e de colaboração, que foram utilizadas para o desdobramento da parte prática, e o estudo das iniciativas acadêmicas de desenvolvimento de uma solução de gerenciamento de informações em ambientes colaborativos.

Na grande maioria dos casos, as iniciativas acadêmicas que investigam o gerenciamento de informação em ambientes colaborativos exploram, de uma maneira ou outra, formas de troca e compartilhamento de informações e formas para garantir a consistência de informações dentro de empresas ou equipes de projeto. É possível observar que a maioria dos trabalhos consiste em levantar algumas características do processo de desenvolvimento de produtos, transformar estas características em requisitos para o gerenciamento de informação, especificar um sistema e desenvolver uma solução protótipo. Geralmente, os requisitos estabelecidos são pontuais, gerando soluções que não suportam o gerenciamento de informação como um todo no processo de desenvolvimento de produto. Por outro lado, alguns trabalhos enfatizam a importância de se criar um modelo de gerenciamento independente dos sistemas de informação, muitas vezes baseado na modelagem de processos. Nestes casos, os

sistemas são entendidos como ferramentas que devem apoiar determinados processos de gestão e não como uma solução por si só.

Na parte prática foram analisadas três empresas do setor automotivo que praticam o desenvolvimento de produtos e mantêm relações de colaboração com clientes e fornecedores distribuídos geograficamente. Foram estudadas duas fornecedoras de primeiro nível e uma montadora, todas com relevante atuação nacional e global.

A partir da Tabela 14, apresentada anteriormente, é possível levantar as primeiras conclusões do trabalho. Os indícios levantados com a comparação realizada na tabela mostram que as empresas estudadas, apesar de representarem empresas de classe mundial, utilizam técnicas e sistemas de gerenciamento de informações de engenharia mais rudimentares do que as técnicas colocadas na bibliografia sobre o assunto. Esta diferença provavelmente se deve a uma defasagem natural criada pela diferença entre a velocidade da produção acadêmica e tecnológica e a capacidade de colocar isso em prática no dia-a-dia de um ambiente real. Aspectos como o amadurecimento da tecnologia, tornando-a robusta e confiável, e sua disseminação, tornando-a viável economicamente, contribuem para diminuir esta defasagem.

Outro ponto a se destacar é a influência do cliente nas práticas de gerenciamento de informação dos fornecedores. Na maior parte dos casos o cliente impõe suas regras e procedimentos para o gerenciamento de informações e os fornecedores devem segui-las como requisito para o fornecimento. Os requisitos impostos pela montadora aos fornecedores de primeiro nível são repassados para os sub-fornecedores. Este ponto foi enfatizado nas três empresas estudadas e em diversos aspectos do gerenciamento de informação. Um exemplo importante são os padrões impostos para a formatação e troca dos desenhos para o cliente. Os fornecedores precisam enviar os desenhos no formato estabelecido pelo cliente. Dessa forma, as opções dos fornecedores são: adotar o mesmo sistema CAD que o cliente utiliza (esta parece ser a opção mais comum), utilizar terceiros para a conversão ou mesmo a edição dos desenhos no formato desejado, ou contratar recursos da montadora para a formatação dos desenhos.

Ainda em relação à influência do cliente, é possível observar que as necessidades de gerenciamento do fornecedor se tornam mais complexas à medida que este precisa conciliar a prática interna com as exigências dos clientes. O caso do número de identificação dos itens, onde o fornecedor deve manter uma referência cruzada entre o número interno e o estabelecido pela montadora, é um exemplo dessa influência. A exigência de formatos padrão de apresentação de desenhos também é um exemplo da influência do cliente na complexidade dos processos do fornecedor, conforme descrito anteriormente.

Um outro aspecto observado que influencia no gerenciamento de informação é a preocupação com a confidencialidade das informações. Muitas vezes, esse fator é determinante nas atividades de troca e distribuição de informações. A caso da empresa A ilustrou este ponto, pois ela possui relacionamento com fornecedores que atendem também aos concorrentes. Dessa forma, a agilidade do processo, possível através da utilização de meios tecnológicos existentes, é comprometida em função da segurança das informações.

Outro fato observado nas três empresas estudadas é a importância da comunicação e da troca informal e não estruturada de informações. Essas práticas foram apresentadas como extremamente significativas em todo relacionamento de fornecimento e colaboração. Dentre estas práticas foi enfatizado o uso de telefone, fax e e-mail. Por exemplo, foram relatados casos de envio de desenhos técnicos por fax e solicitações de modificação de engenharia através de telefonemas. O caso da empresa B mostrou também que a proximidade geográfica pode facilitar a comunicação e a troca informal de informação. Um exemplo é o caso do relacionamento da empresa B com os parceiros de interface que, pela proximidade geográfica, muitas vezes é operacionalizado diretamente, sem a participação da montadora, como deveria ocorrer formalmente.

Em relação ao uso de sistemas de informação, foi observada uma significativa diferença entre a situação dos fornecedores e da montadora. Dos casos estudados, a montadora utiliza os recursos tecnológicos mais sofisticados, inclusive sistemas para gerenciamento de informação com acesso global. Contudo, a utilização efetiva dessas soluções para agilizar o trabalho colaborativo entre clientes e fornecedores

ainda é incipiente. Os principais benefícios que a Internet pode oferecer e as diversas soluções propostas em trabalhos acadêmicos ainda não fazem parte do cotidiano das empresas estudadas, provavelmente devido à defasagem entre a produção tecnológica e sua utilização, conforme já discutido anteriormente.

Após a discussão desses pontos é importante retomar as questões de pesquisa colocadas inicialmente e mostrar como elas foram respondidas. A primeira questão trata da influência do trabalho colaborativo e distribuído nas atividades de gerenciamento de informação. Diversos indícios mostram que o trabalho colaborativo e distribuído influencia no gerenciamento de informação, criando novos requisitos, novas necessidades e novos contornos para as atividades de gerenciamento de informação. A influência do cliente nas atividades de gerenciamento de informações dos fornecedores e a preocupação com a confidencialidade das informações em uma relação de colaboração são dois exemplos que mostram como o gerenciamento de informação é influenciado pelo trabalho colaborativo e distribuído.

Essa influência se mostrou, na maioria dos casos, com um elemento que acrescenta complexidade ao gerenciamento de informações como um todo. A segunda questão de pesquisa trata especificamente desse ponto, indagando qual a complexidade que o trabalho colaborativo adiciona ao gerenciamento de informação. Diversas observações levantadas no estudo de caso mostraram exemplos da influência da colaboração na complexidade do gerenciamento da informação:

- O uso de diversos sistemas CAD para atender os requisitos dos clientes;
- A conversão de desenhos, interna ou usando terceiros, para formatos usados pelos parceiros;
- A manutenção de uma correlação entre a identificação interna e dos clientes dos itens e produtos;
- A necessidade de enrijecer os processos de troca de informação em função da confidencialidade das informações.

A terceira questão trata do suporte às atividades de gerenciamento de informação pelos sistemas de informação. Conforme mostrado no relato dos casos, as

três empresas estudadas possuem diversos sistemas que visam suportar o gerenciamento de informação no desenvolvimento de produtos. Contudo, foi observado que existe uma defasagem entre a situação atual das empresas e o “estado da arte” da tecnologia, conforme já discutido anteriormente. Isso, em alguns casos, torna a comunicação informal ou por meios tradicionais e não estruturados extremamente relevante. Além disso, foi observado em alguns casos, o uso inadequado dos sistemas de informação, de forma que, parte do potencial dessas ferramentas não é aproveitado no dia-a-dia.

Uma das limitações deste trabalho foi a relação estabelecida, propositalmente, entre uma unidade de análise ampla e a profundidade que cada caso foi estudado. O trabalho foi conduzido deste modo para possibilitar uma visão abrangente do gerenciamento de informação. Contudo, como a unidade de análise considerava diversos aspectos do gerenciamento de informação, não foi possível aprofundar o estudo em cada um dos aspectos.

Como recomendação para futuros trabalhos é sugerido um estudo focado em uma das disciplinas do gerenciamento de informação e em uma única relação de colaboração, o que permitiria uma descrição mais detalhada do processo e dos problemas envolvidos. Outros pontos interessantes para futuras investigações podem ser extraídos desse trabalho, como o uso de métodos quantitativos para avaliar a intensidade de troca de informação entre clientes e fornecedores ou um estudo sobre a importância e a dinâmica da comunicação informal em uma relação de colaboração.

ANEXOS

ANEXO A – ROTEIRO DE ENTREVISTA I – PROCESSO/PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

<i>Objetivo:</i>	Caracterizar o processo de desenvolvimento de produtos e o projeto que será foco deste estudo.
<i>Duração prevista:</i>	30 minutos

1. Caracterizar o processo de desenvolvimento de produtos da empresa de acordo com a tipologia apresentada na tabela abaixo.

Nível	Fator		Tipos
Mercado	Setor		Automobilístico, aeronáutico, petroquímico, máquinas-ferramenta, eletrodomésticos, linha branca, indústria de base
	Concorrência		Monopólio, oligopólio competitivo, oligopólio diferenciado, concorrência perfeita
	Alvo	Geográfico	Local, regional, mundial
		Posição na cadeia de produção	Contato com cliente final, intermediário na cadeia de suprimentos
Corporação	Inserção		Unidade independente, matriz, filial
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento, participante de co-desenvolvimento
		Equipe	Local, regional, mundial
Empresa	Responsabilidade técnica		Centro de adaptação tecnológico, aquisição e adaptação de tecnologia, centro de desenvolvimento de produto, centro de desenvolvimento tecnológico de manufatura, centro de manufatura
	Estratégia	Competitiva	Custo, qualidade, tempo, misto
		Interprojetos	Novo, simultâneo, seqüencial, posterior
	Informações iniciais		Idéia, requisitos de desempenho, parte do projeto do produto, parte do projeto do produto e protótipos, produto em produção
	Complexidade do produto	Tecnologia principal	Mecânica, elétrica, eletrônica, mecatrônica, opto-eletrônica, química
		Interna	Número de componentes, números de linhas de código, número de insumos e etapas
		Interface com o usuário	Alta complexidade, baixa complexidade
	Grau de inovação		Pesquisa e desenvolvimento avançados, <i>breakthrough</i> ou radical, plataformas ou nova geração e derivados

2. Quais as principais fases do processo e o *status* atual do projeto em questão?
3. Qual a organização responsável pelo controle do projeto e quais suas responsabilidades?
4. Como é a estrutura organizacional do projeto considerando os principais fornecedores e/ou parceiros?

5. Quais os principais fornecedores e/ou parceiros envolvidos no projeto, quais suas responsabilidades, tipo de envolvimento, localização e histórico de parceria?

Responsabilidade	Módulo, subsistema, componente
Tipo	Parceiro, maduro, iniciante, contratual
Relação Geográfica	Co-locado, local, regional, mundial
Histórico	Diversos projetos, primeira participação

6. Quais os principais documentos/informações manipulados no desenvolvimento de produto e compartilhados com fornecedores/parceiros?

ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA II – CARACTERIZAÇÃO DA COLABORAÇÃO

<i>Objetivo:</i>	Descrever as características das relações de colaboração entre os fornecedores pré-selecionados.
<i>Duração prevista:</i>	30 minutos

1. Caracterizar cada relação de colaboração (Forn. A, Forn. B, Forn. C) em relação aos critérios abaixo definidos. (obs. o número de fornecedores vai ser definido após a aplicação do questionário I)

	Forn. A	Forn. B	Forn. C
Responsabilidade (Escopo de Projeto)			
Histórico de Relacionamento			
Tipo do fornecedor (parceiro, maduro, iniciante, contratual)			
Fase de envolvimento no projeto			
Nível de envolvimento (tradicional, duas fases, parceria)			
Relação Geográfica (Co-locação, local, regional, global)			

2. Quais as principais informações trocadas ou compartilhadas entre estes fornecedores/parceiros e quais suas características (operações realizadas, modo de compartilhamento)?

Informação	Envolvidos/ Responsáveis	Modo de Compartilhamento	Operações
Lista preenchida após aplicação do roteiro I			

ANEXO C – ROTEIRO DE ENTREVISTA III – GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES

<i>Objetivo:</i>	Caracterizar o gerenciamento de informação e o impacto do desenvolvimento colaborativo
<i>Duração prevista:</i>	120 minutos

Características do Entrevistado

<i>Nome:</i>	
<i>Área Funcional:</i>	
<i>Cargo:</i>	
<i>Resumo da experiência na área:</i>	

Características Gerais do Gerenciamento de Informações

1. De modo geral como você percebe o nível de qualidade das informações apresentadas a seguir em relação aos critérios listados nas colunas ? (1 = ruim, 2 = bom e 3 = ótimo)

	Precisa	Completa	Confiável	Relevante	Simple	Em tempo	Verificável
Estas informações serão preenchidas de acordo com as respostas do questionário I e II							

2. Quais os principais sistemas de informação que manipulam as informações de engenharia? (Aplicativos de autoria, bases de dados com BOM, sistemas de gerenciamento de documentos).

Identificação de Itens

3. Como é o sistema de identificação de itens (não-significativo ou significativo)?
Que tipo de problema você já enfrentou com este sistema de numeração?

4. Os itens de responsabilidade de fornecedores/parceiros possuem um sistema de identificação diferente dos itens internos? Se, sim. Que tipo de problema isso provoca? Se não, como os itens fornecidos são diferenciados dos desenvolvidos internamente?

Identificação de Documentos

5. Existe um sistema de numeração que identifica unicamente os documentos que descrevem os itens de um produto? Este sistema é independente da identificação dos itens? Se sim, como é este sistema e como é feita a relação com o item do produto?
6. A identificação dos desenhos de fornecedores/parceiros é igual ou diferente da empresa integradora?. De forma geral, que tipo de problema você costuma enfrentar com o sistema de identificação dos documentos?

Classificação e Recuperação de Itens

7. Que informações são utilizadas para facilitar a busca e recuperação dos itens? Qual o procedimento usual para levantar informações sobre um item específico?
8. Se um item estiver sendo desenvolvido por um fornecedor/parceiro é fácil obter informações sobre ele? Como é este processo? Que tipo de problema você costuma enfrentar com este processo?

Classificação e Recuperação de Documentos

9. Quais informações são utilizadas para caracterizar e classificar um documento (Data, autor, projeto, revisão, tipo ...)? Estas informações auxiliam no processo de busca e recuperação de documentos?
10. Quais os procedimentos que você costuma usar para conseguir um determinado documento? E se este documento estiver sob o controle de um fornecedor/parceiro?
11. Os documentos criados por fornecedores/parceiros estão disponíveis para todos os envolvidos no projeto o tempo todo?
12. De forma geral, que tipo de problema você costuma enfrentar com a recuperação de documentos internos ou de fornecedores/parceiros?

Estrutura de produto

13. A estrutura de produto é única para todos os envolvidos no projeto incluindo os parceiros e fornecedores?
14. Como é mantida a coerência das estruturas de produto das montagens e subsistemas de fornecedores/parceiros com a estrutura principal do produto?
15. Quantos e quais sistemas de informação manipulam dados da estrutura de produto (incluindo sistemas de fornecedores/parceiros)?
16. Existem diferentes visões da estrutura de produto para diferentes áreas funcionais da empresa (Estrutura de engenharia, de produção, ...)? Como é mantida a integridade entre essas visões?
17. O congelamento da estrutura de produto em um determinado instante passado ou futuro (baseline), é utilizado como base para o controle do projeto?
18. De modo geral, quais os principais problemas que você costuma enfrentar com a manipulação da estrutura de produto ?

Processo de Aprovação do Produto

19. Existe um processo formal e estruturado para a criação de documentos? Quais os níveis de status que um documento pode assumir?
20. Existe um processo formal, único e reconhecido por todos para a aprovação (liberação) dos itens de um produto? Como é o processo de aprovação (liberação) dos itens de um produto? Existe algum sistema de informação que suporte este processo?
21. Como é o processo de aprovação de itens de responsabilidade de fornecedores/parceiros?
22. De forma geral, quais os principais problemas que você costuma enfrentar com o processo de aprovação (liberação) de itens e documentos internos e de fornecedores/parceiros?

Processo de Modificação de Engenharia

23. Existe um processo formal, único e reconhecido por todos para solicitação e execução de modificações de engenharia? Como é esse processo? Se não, quantos processos diferentes existem e quais são?
24. É efetuada uma análise de impacto da solicitação de modificação nas outras partes do produto? Esta análise considera o impacto da modificação em partes de responsabilidade de fornecedores/parceiros?
25. O processo de modificação de engenharia de fornecedores/parceiros considera o impacto nas partes do produto que não são de sua responsabilidade? Como?
26. Existe um processo distinto para suportar e diferenciar desvios temporários (deviation) de modificações de engenharia?
27. Como é o sistema de numeração que identifica os níveis de modificação de um documento ou item (níveis de revisão)? Você considera este sistema adequado?
28. Quem pode solicitar uma modificação de engenharia ? Cada solicitação de modificação possui um identificador único? Existe um comitê com a função específica de aprovar as modificações?
29. De forma geral, quais os principais problemas que você costuma enfrentar com os processos de solicitação e execução de modificações de engenharia internos e com fornecedores/parceiros?

Armazenamento e Distribuição de Documentos

30. Existe uma base única para armazenar as informações de identificação e classificação de itens de um produto? Esta base contém os itens de responsabilidade de fornecedores/parceiros?
31. Existe um repositório único para armazenar documentos de engenharia? Este repositório é integrado com os documentos criados por fornecedores/parceiros?
32. Se os repositórios são integrados como é garantido o controle de acesso e modificação dos documentos por fornecedores/parceiros? E como é viabilizado o acesso aos documentos entre fornecedores/parceiros?

33. Na troca de documentos técnicos existem problemas de incompatibilidade de formatos causados pelo uso de sistemas heterogêneos?
34. Como estes problemas são resolvidos? (Conversão manual, conversão direta (ex. AutoCAD para CATIA, conversão usando formatos neutros: STEP, IGES, ...))
35. Como a distribuição de documentos controlados é gerenciada? Existe um sistema que controla a distribuição?
36. De forma geral, quais os principais problemas relacionados com a distribuição e compartilhamento de informações?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. C. (1997). Colaboração cliente-fornecedor no desenvolvimento de produto: integração, escopo e qualidade do projeto do produto – estudos de caso na indústria automobilística brasileira. São Carlos. 203p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.
- AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY (APICS) (1992). *APICS Dictionary*. 7.ed. Falls Church, American Production and Inventory Control Society.
- AMR (2001). *SAP Gets a Life – Product Lifecycle That is – With a New MySAP.com Wrapper*. <http://www.amrresearch.com/preview/000224sapstory1.asp> (19 jan)
- BHANDARKAR, M. P.; DOWNIE, B.; HARDWICK, M.; NAGI, R. (2000). *Migrating from IGES to STEP: one to one translation of IGES drawing to STEP drafting data*. *Computer in Industry*, v.41, p.261-277.
- BIDAULT, F.; DESPRES, C.; BUTLER, C. (1998). *The drivers of cooperation between buyers and suppliers for product innovation*. *Research Policy*, v.26, p.719-732.
- BIELAWSKI, L.; BOYLE, J. (1997). *Electronic document management systems: a user centered for creating, distributing and managing online publications*. Prentice-Hall, New Jersey.
- BRUCE, M.; LEVERICK, F.; LITTLER, D. (1995). *Complexities of collaborative product development*. *Technovation*. v.15, n.9, p.535-552.

- CARROLL, B. (2000). EDM/PDM Product Review. Life Cycle Solutions, Incorporated. /White Paper/.
- CASTRO, C. M. (1977) *A prática da pesquisa*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.
- CHANG, T.; WYSK, R. A. (1985). An introduction to automated process planning systems. Prentice-Hall, New Jersey.
- CHEN, Y. M.; HSIAO, Y. T. (1997). *A collaborative data management framework for concurrent product and process development*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v.10, n.6, p.446-469.
- CHEN, Y. M.; LIAO, C. C.; PRASAD, B. (1998). *A systematic approach of virtual enterprising through knowledge management techniques*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.6, n.3, p.225-244.
- CHEN, Y. M.; TSAO, T. H. (1998) *A structured methodology for implementing engineering data management*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v.14, p.275-296.
- CHEN, Y. M.; JAN, Y. D. (2000). *Enabling allied concurrent engineering through distributed engineering information management*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v.16, p. 9-27.
- CIMDATA (1998). *Product data management: the definition, a introduction to concepts, benefits, and terminology*.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. (1991). *Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston-Mass., Harvard Business School Press.
- CLAZUSING, D. (1994). *Total quality development: A step-by-step guide to world-class concurrent engineering*. 2.ed. New York, ASME Press. p.1-172.
- CLEETUS, K. J. (1995). *Modeling Evolving Product Data for Concurrent Engineering*. Engineering with Computers v.11, p.167-172.

- DAVENPORT, T. H. (1994). *Reengenharia de Processos*. Rio de Janeiro, Campus.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. (1998). *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam seu capital intelectual*. 237p. Editora Campus. Rio de Janeiro.
- DOWLATSHAHI, S. (2000). *Designer-buyer-supplier interface: theory versus practice*. International Journal of Production Economics. v.63, p.111-130.
- EISENHARDT, K. M. (1989). Building theories from case study research. Academy of Management Review. v.14, n.4, p.532-550.
- FAUX, I. et al (1998). *Intelligent access, publishing and collaboration in global engineering networking*. Computer Networks and ISDN Systems. v.30, p.1249-1262.
- FOO, S.; LIM, E. (1997). *A hypermedia database to manage World-Wide-Web documents*. Information & Management, v.31, p.235-249.
- GASCOIGNE, B. (1995). *PDM: the essential technology for concurrent engineering*. World Class Design to Manufacturing, v.2, n. 1, p.38-42.
- GIL, A. C. (1991). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ed. Atlas, São Paulo.
- GIL, A. C. (1999). *Métodos e técnicas da pesquisa social*. Atlas, São Paulo.
- HAAG, E.; VROOM, R. W. (1996). *The application of STEP in the automotive supply chain*. Computer in Industry 31: 223-234.
- HAMERI, A. P.; NIHTILÄ, J. (1997). *Distributed new product development project based on Internet and World-Wide Web: a case study*. Journal of Product Innovation Management. 14: 77-87.
- HAMERI, A. P.; NIHTILÄ, J. (1998). *Product data management - exploratory study on state-of-the-art in one-of-a-kind industry*. Computer in Industry 35: 195-206.

- HAMMER, M. & CHAMPY, J. (1994). *Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças na gerência*. Campus, Rio de Janeiro.
- HARTLEY, J. L.; ZIGER, B. J.; KAMATH, R. R. (1997). Managing the buyer-supplier interface for on-time performance in product development. *Journal of Operations Management*. v.15, p.57-70.
- HUANG, G. Q.; MAK, K. L. (1998). *Computer aids for engineering change control*. *Journal of Materials Processing Technology*. v.76, p.187-191.
- HUANG, G. Q.; LEE, S. W.; MAK, K. L. (1999). *Web-based product and process data modeling in concurrent "design for X."* *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. v.15, p.53-63.
- HUANG, G. Q.; HUANG, J.; MAK, K. L. (2000). Early supplier involvement in new product development on the Internet: implementation perspectives. *Concurrent Engineering: Research and Applications*. v.8, n.1, p.40-49.
- JANSEN, M. H.; VERMEER, B. H. P. J.; JAGDEV, H. S. (1997). *Towards a typology of electronic product information distribution*. *Computers in Industry*, v.33, p.395-409.
- KAMATH, R. R., LIKER, J. K. (1994). *A second look at Japanese product development*. *Harvard Business Review*. Nov-Dez, p. 154-170.
- KRISHNAMURTHY, K.; LAW, K. H. (1995). *A data management model for design change control*. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, v.3, n.4: p.329-343.
- LITTLER, D., F.; LEVERICK, F.; BRUCE, M. (1995). *Factors affecting the process of collaborative product development: a study of UK manufacturers of information and communications technology products*. *Journal of Product Innovation Management* 12: 16-32.

- LYON, D. D. (2000). *Practical CM: best configuration management practices*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- MACGEE, J. V.; PRUSAK, L. (1994). *Gerenciamento estratégico da informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica*. 6^a ed., Rio de Janeiro, Campus.
- MAJUNDER, D.; RANGAN, R. M.; FULTON, R. E. (1994) *Information management for integrated design environments*. Engineering with Computers. v.11, p. 227-245.
- MALMSTRÖM, J.; PIKOSZ, P.; MALQVIST, J. (1999). *Complementary roles of IDEF0 and DSM for the modeling of information management processes*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.7, n.2, p.95-103.
- MAY, P. (2000) *The business of e-commerce: from corporate strategy to technology*. 269p. Cambridge University Press.
- MCINTOSH, K.G. (1995). Implementing engineering data management solutions. *World Class Design to Manufacture*, v.2, n. 4, p.23-30.
- MIL-HDBK-61 (1996). *Configuration management guidance*. /Military Handbook/ Department of Defense, USA.
- MIL-STD-2549 (1997). *Configuration management: data interface*. /Military Standard/ Department of Defense, USA.
- MILLER, E. (2000). *Collaborative product definition management for 21st century*. Computer-Aided Engineering, March, 2000.
- MIYANISHI, Y; MASUI, H; SATO, F.; MIZUNO, T. (1998). *Replicated data management in distributed computer supported cooperative work*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.6, n.4, p.301-308.

- MONPLAISIR, L. (1999). *An integrated CSCW architecture for integrated product/process design and development*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, n.15, p.145-153.
- OLIVEIRA, C. B. M. (1999). *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.
- OLSEN, G. R.; CUTKOSKY, M.; TENENBAUM, J. M.; GRUBER, T. R. (1995). *Collaborative engineering based on knowledge sharing agreements*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.3, n.2, p.145-159.
- OMOKAWA, R. (1999). *Utilização de sistemas PDM em ambientes de engenharia simultânea: o caso de uma implantação em uma montadora de veículos pesados*. São Carlos, Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PATTERSON, M. L. (1993). *Accelerating innovation: improving the process of product development*. New York, Van Nostrand Reinhold.
- PELTONEN, H.; PITKÄNEN, O.; SULONEN, R. (1996). *Process-based view of product data management*. Computer in Industry, v.31, p.195-203.
- PEÑA-MORA, F.; HUSSEIN, K.; SRIRAM, R. D. (1996). *CAIRO: A system for facilitating communication in a distributed collaborative engineering environment*. Computer in Industry 29: 37-50.
- PENG, T.; TRAPPEY, J. C. A. (1998). *A step toward STEP-compatible engineering data management: the data models of product structure and engineering changes*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, n.14, p.89-109.
- PIGNATARI, D. (1983). *Informação, linguagem e comunicação*. 121p. Editora Cultrix, São Paulo.

- PIKOSZ, P. (1997). *Product data management in the product development process*. Göteborg (Sweden). Thesis for the degree of licentiate of engineering – Machine and Vehicle Design, Chalmers University of Technology.
- PRASAD, B. (1996a). *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization*. New Jersey, Prentice Hall.
- PRASAD, B. (1996b). *Concurrent engineering fundamentals: integrated product development*. New Jersey, Prentice Hall.
- RAMESH, B.; TIWANA, A. (1999). *Supporting collaborative process knowledge management in new product development teams*. Decision Support Systems, v.27, p.213-235.
- REZAYAT, M. (2000). *The enterprise-web portal for life-cycle support*. Computer-Aided Design, v.32, p.85-96.
- ROZENFELD, H. (1996). Reflexões sobre a Manufatura Integrada por Computador. *Manufatura de Classe Mundial: mitos & realidade*, São Paulo.
- ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C. (1999). Proposta de uma Tipologia de Processos de Desenvolvimento de Produto Visando a Construção de Modelos de Referência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 1., Belo Horizonte, 1999. *Anais*.
- ROZENFELD, H.; GUERRERO, V. (1999). Proposta de classificação de sistemas PDM. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 1., Águas de Lindóia, 1999.
- ROZENFELD, H. et al (2000). O processo de desenvolvimento de produtos. In: *Fábrica do futuro: entenda hoje como sua indústria vai ser amanhã*. n.312, Dez/2000, capítulo 6.
- ROY, U.; BHARADWAJ, B.; KODKANI, S. S.; CARGIAN, M. (1997). *Product development in a collaborative design environment*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.5, n.4, p.347-365.

- ROY, U.; KODKANI, S. S. (2000). *Collaborative product conceptualization tool using web technology*. Computer in Industry 41: 195-209.
- SAP (1999a). *Collaborative engineering and project management: product lifecycle management*. /white paper/.
- SAP (1999b). *SAP Product Life-cycle Management: collaboration throughout the entire lifecycle*. /white paper/.
- SCHEDLER, S. (1994). Software solutions for concurrent engineering. In: SYAN, C.S.; MENON, U. *Concurrent engineering: concepts, implementation and practice*. London, England, Chapman & Hall. Cap. 12, p.201-220.
- SCHIMIDT, S. (2000) *Global engineering through worldwide data and document distribution*. <http://www.docmanage.com/> (22 agosto).
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. (2000). Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis.
- SRIRAM, D.; AHMED, S.; LOGCHER, R. (1992). A transaction management framework for collaborative engineering. *Engineering with computers*. n.8, p.213-232.
- STAIR, R. M. (1998). *Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial*. 451p. Editora LTC, Rio de Janeiro.
- SVENSSON, D.; MALMSTRÖM, J.; PIKOSZ, P.; MALMQVIST, J. (1999). *A framework for modeling and analysis of engineering information management systems*. Proceedings of the 1999 ASME Design Engineering Technical Conferences, Las Vegas, Nevada, USA.
- SWANTON, B. (1997). *Are PDM/EDM systems really controlling product data?*. The Report on Manufacture, Advanced Manufacturing Research.

- SYAN, C.S. (1994). Introduction to concurrent engineering. In: SYAN, C.S.; MENON, U. *Concurrent engineering: concepts, implementation and practice*. London, England, Chapman & Hall. Cap. 1, p.3-23.
- TEEUW, W. B.; LIEFTING, J. R.; DEMKES, R. H. J.; HOUTSMA, M. A. W. (1996). *Experiences with product data interchange: on product models, integration, and standardisation*. Computer in Industry, v.31, p.205-221.
- TIDD, J. (1995). *Development of novel products through intraorganizational and interorganizational networks: the case of home automation*. Journal of Product Innovation Management, v.12, p.307-322.
- TIWARI, S.; GUPTA, A. (1995). Constraint management on distributed design configurations. Engineering with Computers. v.11, p.199-212.
- VERNADAT, F., B. (1996). Enterprise modeling and integration: principles and applicaions, 1ed., Editora Chapman & Hall, Inglaterra.
- WATTS, F. B. (2000). Engineering documentation control handbook. 2nd, Noyes Publications, New Jersey.
- WECK, M.; R. KLEMENT, R. (2000). *Engineering Object Management: parallel product development beyond enterprises boundaries*. Production Engineering 7, 1: 65-68.
- WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. (1992). *Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York, The Free Press.
- YEH, S.; YOU, C. (2000). *Implementation of STEP-based product data exchange and sharing*. Concurrent Engineering: Research and Applications, v.8, n.1, p.50-60.
- YIN, R. K. (1994). Case study research: design and methods. 2ed., Sage Publications, USA.

YOSHINO, M. Y.; RANGAN, U. S. (1996). *Alianças estratégicas: uma abordagem empresarial à globalização*. São Paulo, Makron Books.

ZHANG, Y.; ZHANG, C.; WANG, H. P. (2000). *An Internet based STEP data exchange framework for virtual enterprises*. *Computer in Industry*, v.41, p.51-63.