

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

MODELO DE COLABORAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
ELETROELETRÔNICOS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

JOSÉ ROBERTO DE BARROS FILHO

FLORIANÓPOLIS
2008

JOSÉ ROBERTO DE BARROS FILHO

MODELO DE COLABORAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
ELETROELETRÔNICOS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.

FLORIANÓPOLIS
2008

JOSÉ ROBERTO DE BARROS FILHO

MODELO DE COLABORAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
ELETROELETRÔNICOS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Esta Tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de março de 2008.



Prof. Dr. Antônio Sérgio Coelho
Coordenador do Programa


BANCA EXAMINADORA




Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina
Presidente




Prof. Marcelo Gtirana Gomes Ferreira, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Rodrigo Lima Stoeterau, Dr. Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Edmilson Rampazzo Klen, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Milton Pereira, Dr. Eng.
Centro Federal de Tecnologia - SC

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às mulheres da minha vida, minha esposa Carla, minha mãe Carolina, minha avó Judith, minha bisavó Diloça e a todos meus familiares.

AGRADECIMENTOS

*Aos professores Fernando Antônio Forcellini e
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira pela orientação.*

Ao professor Henrique Rozenfeld pelo estímulo inicial.

*Aos colegas de projeto, Fernando Augusto Pereira, Victor Rocha,
Alexandre Watanabe, Marcos Fantazzini Lima, Simone Mont Mór Mussolin,
Carlos Alberto Fadul Correa Alves e Günther Pfeiffer,
pelo prazer e satisfação de trabalhar com vocês.*

*Aos colegas professores da UNISUL, em especial a professora
Ana Regina de Aguiar Dutra, pelo apoio nos momentos difíceis.*

*Ao amigo Jefferson de Oliveira Gomes por
sempre me ajudar a acreditar neste sonho.*

*À Rosimeri Maria de Souza da secretaria
do PPGEP pela presteza e atenção.*

*A todos que acompanharam os momentos de
angústia, renúncia e agora de alegria.*

BIOGRAFIA DO AUTOR

José Roberto de Barros Filho, é graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina em 1993. Entre 1993 e 1996 atuou como especialista de processos na área de manufatura enxuta na Empresa Brasileira de Compressores (EMBRACO) em Joinville/SC.

Desde 1996 é sócio na empresa de consultoria Eddros do Brasil, sediada em Florianópolis/SC, onde atua na área de manufatura enxuta, planejamento e controle da produção e sistemas voltados à manufatura. Durante este período atuou em grandes empresas de variados setores, com destaque para a Volkswagen do Brasil (automotivo), Norske Skog Pisa (papel e celulose) e Dudalina (têxtil). Também atua em pequenas e médias empresas.

Em 1999 obteve o grau de Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina na área de Sistemas de Produção (Planejamento e Controle da Produção).

É professor da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) desde o ano 2000, onde ministra disciplinas na área de Administração da Produção e Logística, nos cursos Engenharia de Produção e Administração e Negócios. É pesquisador e vice-coordenador do curso de Engenharia de Produção da UNISUL.

RESUMO

O envolvimento de fornecedores no desenvolvimento de produtos, ou *Early Supplier Involvement* (ESI), é visto como uma importante ferramenta que as empresas vêm utilizando com o objetivo de melhorar a sua competitividade. Lançar produtos mais rapidamente, com custos menores e ainda com qualidade superior, é vital para a sobrevivência de qualquer empresa nos dias atuais. Muito se tem pesquisado e publicado em torno do assunto no âmbito mundial. O desenvolvimento colaborativo de produtos, envolvendo os fornecedores, no contexto do *outsourcing*, é muito bem posicionado. Mas ainda existem lacunas. Hoje o assunto, desenvolvimento colaborativo com fornecedores, é conhecido, sabem-se quais são os ganhos, em que fases do desenvolvimento de produtos ele deve acontecer e quem deve realizá-lo. A questão do “como” realizar o desenvolvimento colaborativo com parceiros, ainda está um pouco descoberta. Poucas ferramentas são conhecidas e disseminadas. O objetivo maior deste trabalho é o de oferecer ao meio acadêmico e empresarial, uma contribuição no sentido de efetivamente viabilizar a integração em uma cadeia de suprimentos. Esta integração deve acontecer aos poucos, com poucos elos de uma cadeia de suprimentos e com poucos processos integrados (produto e processo). Acredita-se que este pode ser o caminho correto para que no futuro exista a chamada colaboração na cadeia como um todo desde seu projeto até a sua operação. O presente trabalho apresenta uma abordagem para o problema da integração em uma cadeia de suprimentos, propondo uma abordagem de implementação de colaboração e através de um modelo de ambiente colaborativo. Quanto à colaboração entende-se que esta deve acontecer em etapas, da simples comunicação, passando pela cooperação, chegando à coordenação. Quando as três etapas estiverem operando, tem-se a colaboração. Em relação ao modelo, trata-se de utilizar uma filosofia conhecida (engenharia simultânea), operacionalizada pela tecnologia de informação e comunicação (*Web e internet*), num contexto de colaboração entre empresas desverticalizadas.

Palavras Chaves: Desenvolvimento de Produtos, *Supply Chain Management*, Colaboração.

ABSTRACT

Collaborative work with suppliers or Early Supplier Involvement during product development is shown as an important tool for companies to create competitive advantages. Nowadays, to survive in a competitive market, every company must reduce its time to market, cost and produce products with superior quality. There is a lot of important works all around world studying collaborative work among business partners (customers and suppliers). There is a common sense that involve suppliers in the product development is important and can generate competitive advantages. But important gaps are presents yet. About collaborative development with suppliers three points are well covered: why to do, who do and when do. The open question is: how to do it? There are few tools ready to use or even known. The main goal of this work is to offer to academy and companies a contribution toward effectively integrate partners in supply chains during product development. This integration must be implemented in steps, with few partners and processes at the beginning. This can be the right way to implement an effective collaborative work from planning to operation of supply chains. This work presents an innovative approach to the integration problem in supply chains, proposing an approach and a system model for collaborative work in supply chains. The approach for collaborative work is based that must occur in steps, from communication, to cooperation, to finally coordination. At this moment collaboration will be working. The system model is supported by concurrent engineering, web and internet, working in supply chain partners.

Keywords: Product Development, Supply Chain Management, Collaborative Engineering.

FIGURAS

Figura 1 - Opções de relacionamento SCM. Fonte: Spekman et al. (1998 apud PIRES, 2004).	20
Figura 2 – Metodologia aplicada. Fonte: Autor.....	26
Figura 3 – Evolução passo a passo no sentido da colaboração. Fonte: Autor baseado em Steinheider (2000).....	27
Figura 4 - Estrutura de desdobramento do documento. Fonte: Autor.....	29
Figura 5 – Objetivo da Engenharia Simultânea. Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006).	34
Figura 6 – Desenvolvimento de Produtos segundo o QFD. Fonte: BAXTER (2000).....	36
Figura 7 – Desenvolvimento de Produtos. Fonte: Cooper (1993).	36
Figura 8 – Modelo de processo para o Desenvolvimento de Produtos segundo a QS9000 Fonte: Barros (2003)	37
Figura 9 - O processo de desenvolvimento de produtos envolve o planejamento estratégico e acompanha o processo de produção. Fonte: ROZENFELD et al. (2006).	38
Figura 10 – Visão geral do modelo de referência para o PDP. Fonte: ROZENFELD et al. (2006)	39
Figura 11 – Possibilidades de parcerias no PDP. Fonte: ROZENFELD (2006).	46
Figura 12 - Fatores importantes na adoção do ESI. Fonte: Bidault et al. (1996)	60
Figura 13 - Quatro opções de envolvimento do fornecedor. Fonte: Adaptado de Wynstra e Pierick (2000).	61
Figura 14 - Cinco possíveis tipos de envolvimento do fornecedor. Fonte: Calvi et al. (2001).	61
Figura 15 – Responsabilidade do fornecedor. Fonte: Petersen et al. (2005).....	63
Figura 16 – Possíveis pontos de integração do fornecedor. Fonte Petersen et al. (2005).	64
Figura 17 – Dimensões da colaboração. Fonte: Brink (1998).	70
Figura 22 – Ferramentas para <i>Groupware</i> . Fonte: Adaptado de O'Brien (2004).	88
Figura 23 – Modelo Cliente/Servidor. Fonte: Autor.....	92
Figura 24 – Modelo 2 Camadas. Fonte: Autor	92
Figura 25 – Modelo 3 Camadas. Fonte: Autor.	93
Figura 26 – Modelo 4 Camadas. Fonte: Autor	94
Figura 27 – Modelo geral do PDP eletroeletrônico. Fonte: Autor	110
Figura 28 – Requisitos Não Funcionais e Requisitos Funcionais. Fonte: Autor.	113
Figura 29 - Arquitetura para o sistema proposto. Fonte: Autor.....	114
Figura 30 - Diagrama UML do Módulo de Cadastro. Fonte: Autor.....	116

Figura 31 - Diagrama UML do Módulo de Montagem de Cadeias. Fonte: Autor.	119
Figura 32 - Diagrama UML de Utilização Geral do Ambiente. Fonte: Autor.	120
Figura 33 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Comunicação). Fonte: Autor.	122
Figura 34 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Cooperação). Fonte: Autor..	123
Figura 35 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Coordenação).	124
Figura 36 - Diagrama UML do Módulo de Administração. Fonte: Autor.	125
Figura 37 - Classes de usuários do ambiente proposto. Fonte: Autor.....	126
Figura 38 - Planta Fabril. Fonte: Labelectron (2008).....	131
Figura 39 - Evolução da Produção do Labelectron. Fonte: Fundação Certi (2007).	132
Figura 40 - Macro-funcionalidades do sistema. Fonte: Autor.	134
Figura 41 - Foco inicial do desenvolvimento. Fonte: Autor.....	134
Figura 42 - Imagem ilustrativa do produto a ser desenvolvido. Fonte: Labelectron.	138
Figura 43 - Página Inicial. Fonte: Autor.....	139
Figura 44 - Criação de Nova Conta. Fonte: Autor.....	140
Figura 45 - Cadastro de Informações do Provedor. Fonte: Autor.....	141
Figura 46 - Cadastro dos Serviços Fornecidos. Fonte: Autor.....	141
Figura 47 - Acesso ao sistema. Fonte: Autor.....	142
Figura 48 - Acesso aos desenvolvimentos ativos. Fonte: Autor.....	143
Figura 49 - Cadastro de Novo Desenvolvimento. Fonte: Autor.....	143
Figura 50 - Seleção dos Perfis de Fornecedores. Fonte: Autor.	144
Figura 51 - Montagem da Cadeia. Fonte: Autor.	145
Figura 52 - Confirmação da Cadeia. Fonte: Autor.....	145
Figura 53 - Fornecedor PCI 3 acessa o desenho do layout. Fonte: Autor.	146
Figura 54 - Montadora 1 acessa a estrutura do produto. Fonte: Autor.	147
Figura 55 - Tópicos de discussão no desenvolvimento. Fonte: Autor.	147
Figura 56 - Mensagem de um desenvolvedor indicando alterações no produto. Fonte: Autor.	148
Figura 57 - Contratante acessa os calendários e vê algumas reuniões agendadas. Fonte: Autor.	148
Figura 58 - Aspectos gerais do modelo. Fonte: Autor.	151
Figura 59 - Configuração de usuários. Fonte: Autor.....	152
Figura 60 - Cadastro de usuários. Fonte: Autor.....	152
Figura 61 - Montagem da Cadeia. Fonte: Autor.	153

Figura 62 - Funcionalidades gerais do desenvolvimento de produtos. Fonte: Autor.	154
Figura 63 - Ferramentas importantes de comunicação. Fonte: Autor.....	154
Figura 64 - Outras ferramentas de comunicação. Fonte: Autor.....	155
Figura 65 - Ferramentas de cooperação fundamentais. Fonte: Autor.....	156
Figura 66 - Outras ferramentas de cooperação. Fonte: Autor.	156
Figura 67 - Ferramentas de coordenação. Fonte: Autor.....	157

TABELAS

Tabela 1: Acessos e permissões para os usuários do ambiente	127
Tabela 2: Usuários padrão do CMS.	135
Tabela 3: Usuários do módulo de Grupos.	135

SÍMBOLOS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
BOM	Estrutura de produtos (<i>Bill Of Materials</i>)
BPR	Reengenharia de processos de negócios (<i>Business Process Remodeling</i>).
CAD	Projeto auxiliado por computador (<i>Computer Aided Design</i>)
CAE	Engenharia auxiliada por computador (<i>Computer Aided Engineering</i>)
CAM	Manufatura auxiliada por computador (<i>Computer Aided Manufacturing</i>)
CAPP	Planejamento do processo auxiliado por computador (<i>Computer Aided Process Planing</i>)
CCC	Comunicação, coordenação e cooperação
CM	Manufatura subcontratada (<i>Contract Manufacturing</i>)
CMS	Sistemas de gerenciamento de conteúdo (<i>Content Management Systems</i>)
CPFR	Planejamento, previsão e reposição colaborativa (<i>Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment</i>)
CR	Reposição contínua (<i>Continuous Replenishment</i>)
CRM	Gestão do relacionamento com clientes (<i>Customer Relationship Management</i>)
CSCW	Trabalho cooperativo auxiliado por computador (<i>Computer-Supported Cooperative Work</i>)
DFM	Projeto para a manufatura (<i>Design For Manufacturing</i>)
DVC	Conferência de entre <i>desktops</i> (<i>Desktop Video Conference</i>)
DFx	Projeto para “x” (<i>Design for X</i>)
ECR	Resposta eficiente ao consumidor (<i>Efficient Consumer Response</i>)
EDI	Troca eletrônica de dados e informações (<i>Electronic Data Interchange</i>)
EDM	(<i>electronic data management</i>)
EMS	Reunião eletrônica (<i>Electronic Meeting System</i>)
ERP	Planejamento dos recursos da empresa (<i>Enterprise Resource Planning</i>)
ESI	Envolvimento mais cedo do fornecedor (<i>Early Supplier Involvement</i>)
FAQ	Perguntas frequentes (<i>Frequent Asked Questions</i>)
FMEA	Análise dos modos e efeitos de falhas (<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>)
GPL	Licença pública geral (<i>General Public License</i>)
IP	Protocolo de <i>Internet</i> (<i>Internet Protocol</i>)
LANs	Redes locais (<i>Local Area Networks</i>).
NPD	Novo produto a ser desenvolvido (<i>New Product Development</i>)
NTIC	Novas tecnologias de informação e comunicação

PDM	Gerenciamento dos dados do produto (<i>Product Data Management</i>)
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PHP	Processador de Hipertexto (<i>Hypertext Preprocessor</i>)
PLM	Gerenciamento ciclo de vida do produto (<i>Product Lifecycle Management</i>)
QFD	Desdobramento de função qualidade (<i>Quality Function Deployment</i>)
QS9000	Norma da qualidade do setor automotivo
SCM	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (<i>Supply Chain Management</i>)
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SMT	<i>Surface Mount Technology</i>
TCR	Tecnologia de Colaboração Remota
THT	<i>Through Hole Technology</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UML	Linguagem de modelagem unificada (<i>Unified Modeling Language</i>)
VMI	Estoque gerenciado pelo fornecedor (<i>Vendor Managed Inventory</i>)
VOIP	Voz sobre protocolo de internet (<i>Voice Over Internet Protocol</i>)
VPD	Desenvolvimento virtual de produtos (<i>Virtual Product Development</i>).
WAP	Aplicação sem fio (<i>Wireless Application Protocol</i>)
WWW	Rede mundial de computadores (<i>World Wide Web</i>)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	18
1.1 Problema de Pesquisa	22
1.2 Justificativas	23
1.3 Objetivo Geral	24
1.4 Objetivos Específicos	24
1.5 Classificação da pesquisa, método e metodologia aplicados	25
1.6 Contribuições	26
1.7 Limitações do trabalho.....	27
1.8 Estrutura do Documento	28
CAPÍTULO 2 – ESTADO DA ARTE	30
2.1 O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)	30
2.1.1 A importância do Desenvolvimento de Produtos	31
2.1.2 Evolução do Desenvolvimento de Produtos.....	33
2.1.3 Modelo de Referência em PDP	38
2.1.4 Desenvolvimento colaborativo de produtos com parceiros	44
2.1.5 Comentários a respeito do PDP	47
2.2 Cadeia de Suprimentos e Supply Chain Management.....	50
2.2.1 A importância da SCM	50
2.2.2 O Conceito de Supply Chain Management	51
2.2.3 Fatores críticos na Implementação da SCM.....	53
2.2.4 Práticas do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos com Fornecedores	57
2.2.5 Comentários a respeito de Cadeias de Suprimentos e SCM	64
2.3 Colaboração.....	66
2.3.1 A colaboração no Desenvolvimento de Produtos.....	68
2.4 Soluções para o DP Colaborativo.....	71
2.4.1 Soluções experimentais para o DP em cadeias de suprimentos	71
2.4.2 Soluções comerciais para o DP em cadeias de suprimentos	76
2.4.3 Soluções comerciais para Colaboração.....	82
2.4.4 Caracterização das soluções existentes	83
2.5 Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas colaborativos	85
2.5.1 Groupware	86
2.5.2 CMS (Content Management Systems).....	91

2.5.3 Arquiteturas	91
2.5.4 Linguagens	94
2.5.5 Frameworks	96
2.5.6 Bibliotecas	97
2.5.7 Bases de dados.....	98
2.5.8 Componentes aplicáveis ao sistema proposto	100
2.5.9 Caracterização Geral das Tecnologias	104
2.6 Conclusões e Síntese do Estado da Arte	105
CAPÍTULO 3 - MODELO PARA AMBIENTE COLABORATIVO.....	109
3.1 O segmento eletroeletrônico da Grande Florianópolis	109
3.2 O desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos na Grande Florianópolis	109
3.3 Visão Geral do Modelo.....	112
3.4 Definição de Requisitos	114
3.4.1 Requisitos Não-Funcionais	115
3.4.2 Requisitos Funcionais de Cadastro	115
3.4.3 Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia.....	117
3.4.4 Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos	119
3.4.5 Requisitos Funcionais de Administração do Sistema	125
3.4.6 Usuários.....	126
3.5 Conclusão.....	129
CAPÍTULO 4 - VALIDAÇÃO.....	130
4.1 O Labelectron.....	130
4.2 Utilização do Sistema	132
4.3 Tecnologia Utilizada.....	133
4.4 Visão Geral do Sistema.....	133
4.5 Papéis dos Usuários	135
4.6 Ambiente de Utilização	136
4.6.1 Personagens do Cenário Simulado:	137
4.6.2 Dados do Produto a ser Projetado e Manufaturado	137
4.7 Utilização da Ferramenta	138
4.7.1 Área de Cadastro.....	139
4.7.2 Área de Montagem da Cadeia	142
4.7.3 Área de Desenvolvimento do Produto	146
4.7.4 Próximos Desenvolvimentos	149

4.8 Validação	149
4.8.1 Características Gerais do Modelo	151
4.8.2 Usuários.....	152
4.8.3 Requisitos Funcionais de Cadastro	152
4.8.4 Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia.....	153
4.8.5 Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos	153
4.8.6 Requisitos Funcionais de Comunicação	154
4.8.7 Requisitos Funcionais de Cooperação	155
4.8.8 Requisitos Funcionais de Coordenação	157
4.9 Conclusão.....	158
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	159
5.1 Conclusões quanto aos objetivos traçados.....	159
5.2 Conclusões quanto à pergunta de pesquisa.....	161
5.3 Conclusões quanto às contribuições do trabalho.....	162
5.4 Perspectivas para trabalhos futuros	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
ANEXOS	174

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, a partir do final da década de 80 (século XX), muita coisa mudou no ambiente competitivo das empresas. Reduziram-se os ciclos de vida dos produtos. Os produtos ficam menos tempo no mercado, o que levou as empresas a constantemente desenvolver novos produtos. No passado, os mercados eram regionais ou nacionais. Hoje os mercados são globais, em função do rompimento de barreiras comerciais e do desenvolvimento dos transportes e das tecnologias de informação e comunicação. Outra característica do cenário atual é a busca, por parte das empresas, por segmentos diferenciados de mercado (nichos) para comercializarem os seus produtos.

Inserido neste cenário o mercado da indústria de produtos eletroeletrônicos, precisa cada vez mais oferecer produtos mais baratos, com maior tecnologia embarcada e ainda com ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos. Esta pressão do mercado é repassada às áreas de desenvolvimento de produtos devido à rápida obsolescência dos produtos eletroeletrônicos e a focalização dos seus negócios essenciais (*core competences*).

Embora seja necessário um maior investimento no desenvolvimento de produtos, a variável custo é sempre determinante. As empresas buscam alternativas para reduzir seus custos tanto em desenvolvimentos quanto na produção de Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC's). A terceirização de produtos e processos vem sendo explorada no sentido de obtenção de vantagens competitivas. As empresas de produtos eletroeletrônicos contratam a manufatura de seus produtos de terceiros.

A desintegração vertical de processos (principalmente da manufatura de componentes) é uma prática que pode ser adotada quando, a partir de um processo decisório, se chegue à conclusão de que adquirir de fornecedores permite à empresa obter uma apropriação de valor maior do que obteria fazendo ela própria.

Com esse mercado cada vez mais exigente por produtos “personalizados”, as empresas de manufatura de bens estão sendo obrigadas a produzir em pequenas séries (lotes). Nestas empresas a agilidade de resposta é fundamental. A dificuldade é adequar a engenharia do produto e a manufatura para a produção economicamente viável dessas pequenas séries.

O desenvolvimento de produtos deve racionalizar o processo produtivo como um todo. A integração das etapas deve permitir essa racionalização do processo produtivo com os correspondentes efeitos financeiros (redução de custos).

Esta integração de etapas no passado ficava restrita à empresa que estava desenvolvendo o produto. A novidade é a necessidade de que esta integração aconteça entre empresas, cliente e fornecedores.

A integração de processos de diferentes empresas está se tornando uma necessidade no mundo da manufatura como resposta rápida às pressões impostas pelo mercado altamente competitivo e pela necessidade de integração global da cadeia de fornecedores e/ou parceiros.

As áreas de conhecimento do desenvolvimento de produtos e da gestão de cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*) têm tratado esta questão da integração.

Esta integração (envolvimento) dos fornecedores nos estágios iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) resulta em produtos num menor prazo de tempo. Diversos trabalhos apontam para isso (HANDFIELD et al., 1999; MONCZKA et al., 1998; PETERSEN et al., 2003).

A integração de fornecedores no processo de desenvolvimento de novos produtos facilita muito o atendimento dos objetivos de: reduzir o tempo no desenvolvimento de novos produtos, melhorar sua qualidade e ainda produzir produtos com boa resposta de mercado. São os diferenciais buscados hoje pelas empresas.

Devido à importância do tema, trabalhos e metodologias têm sido desenvolvidos na busca por essa integração e coordenação do PDP em cadeias de suprimentos (HUANG et al., 1999, 2003a, 2003b e 2005; HUANG e MAK, 1999, 2000 e 2003; REZAYAT, 2000a, 2000b; BOARDMAN e CLEGG, 2001; FORZA e SALVADOR, 2002; CHOY et al., 2002a e 2002b). Um dos elementos que se destaca dentro destes trabalhos é a engenharia simultânea. Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes (WINNER et al., 1988 apud PRASAD, 1996).

A engenharia simultânea surgiu com o objetivo de integração do desenvolvimento de produtos em uma empresa. Porém hoje, esta integração não é mais de somente uma empresa e sim de empresas (clientes e fornecedores) em cadeias de suprimentos.

No final da década de 90 (século XX), Spekman et al. (1998 apud PIRES, 2004) conduziram uma pesquisa envolvendo 22 cadeias de suprimentos operando na América do Norte, do Sul,

Europa e abrangendo seis setores industriais: farmacêutico, óleo e gás, bens de consumo não duráveis, eletrônicos, automóveis e telecomunicações. O propósito base da pesquisa era entender melhor, perante os principais gerentes das empresas nas cadeias de suprimentos pesquisadas, como eram desenvolvidos e mantidos os relacionamentos corporativos. O resultado deste estudo apontou para quatro opções de relacionamento na gestão da cadeia de suprimentos: Negociações de Mercado, Cooperação, Coordenação e Colaboração (figura 1). Este relacionamento foi apontado como evolutivo, partindo da modalidade “Negociações de Mercado” até a “Colaboração”. Algumas características dessas quatro opções:

- ▶ Negociações de Mercado
 - ▶ Discussões baseadas em preço;
 - ▶ Relacionamentos como adversários.
- ▶ Cooperação
 - ▶ Poucos fornecedores;
 - ▶ Contratos de longo prazo.
- ▶ Coordenação
 - ▶ Conexão via TIC, geralmente por EDI;
 - ▶ Algum compartilhamento de informações, como por exemplo, os estoques.
- ▶ Colaboração
 - ▶ Integração da SC;
 - ▶ Planejamento conjunto;
 - ▶ Compartilhamento de tecnologia.

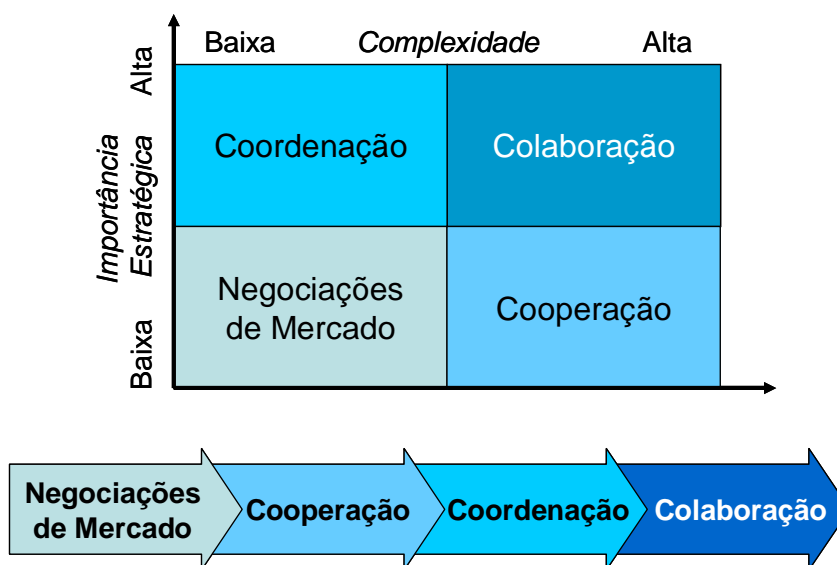


Figura 1 - Opções de relacionamento SCM. Fonte: Spekman et al. (1998 apud PIREs, 2004).

Outra pesquisa, do ano de 2003, junto a 142 respondentes de diversos setores industriais mostra alguns dados interessantes sobre o atual estágio da SCM nos EUA (Poirier e Quinn, 2003 apud PIRES, 2004). A pesquisa foi conduzida com o intuito principal de se verificar o progresso que as empresas têm tido na implementação da SCM. Para tal foi tomado como referência um modelo com “5 níveis de evolução” da SCM com as seguintes características principais:

- ▶ Nível 1: Integração dos processos internos à empresa e reestruturação (redução) da base de fornecedores;
- ▶ Nível 2: Busca da excelência na realização dos processos de negócios dentro da corporação, com notável crescimento do papel estratégico dos processos de abastecimento (*sourcing*) e de gestão da demanda;
- ▶ Nível 3: O foco da melhoria volta-se agora para além dos muros da empresa através do aumento da colaboração com parceiros-chave, principalmente nos processos de gestão da demanda e desenvolvimento de produtos;
- ▶ Nível 4: A colaboração com os fornecedores e clientes-chave começa a gerar seus frutos, cresce o volume de informações compartilhadas e o foco principal passa a ser a adição de valor ao produto e a obtenção de dominância no mercado. Cresce a importância da medição e gestão do desempenho;
- ▶ Nível 5: Caracterização pela total integração de processos e sistemas de comunicação em toda a SC é ainda um nível mais teórico que real.

Os resultados mostraram que a grande maioria das empresas se (auto) enquadrou nos níveis 1 a 3 (~85% das empresas) e apenas uma pequena quantidade se enquadrou nos níveis 4 e 5. A grande maioria das empresas deste último nível era do setor de alta tecnologia, químico, manufatura, telecomunicações e distribuição (atacado). Quatro constatações importantes dessa pesquisa são que:

- ▶ Embora a colaboração entre as empresas parceiras seja aclamada como um ponto fundamental no contexto da SCM, a maioria das empresas pesquisadas não havia ainda implementado processo e/ou sistema colaborativo. A grande maioria das empresas ainda estava voltada para a melhoria dos seus processos internos.
- ▶ As expectativas depositadas na TIC no geral tinha sido superior ao seu desempenho real e a maioria das empresas considerava que a tecnologia não era um fator preponderante no sucesso da SCM. Algumas empresas chegaram a comentar que tinham implementado tecnologia sem antes revisar e melhorar seus processos e atividades;

- ▶ Em termos de retornos das práticas e iniciativas, os dados mostram que eles foram relativamente modestos e em torno de 8% de redução de custo para a grande maioria das empresas. Já com relação ao aumento do faturamento, os números foram menores e a maioria não soube responder com certeza esta questão. Isto demonstra que a redução de custos ainda continua sendo o objetivo mais importante para as empresas;
- ▶ A maioria das empresas pesquisadas afirmou não ter ou ainda estar desenvolvendo uma estratégia de SCM. Para os coordenadores da pesquisa, o termo “estratégia de SCM” ainda não é totalmente entendido ou efetivamente articulado e executado.

Com base nestas duas pesquisas conclui-se existe uma semelhança entre as fases que as empresas percorrem no sentido da colaboração. Mas ainda existem lacunas no sentido de como se chegar à colaboração e uma maneira adequada.

1.1 Problema de Pesquisa

O principal motivo para a integração dos fornecedores ao PDP é o de compartilhar informações de maneira antecipada, utilizando-se da experiência dos fornecedores (PETERSEN et al., 2005). Este PDP compartilhado também recebe o nome de engenharia colaborativa (MILLS, 1998).

Com o objetivo de se entender melhor a integração dos fornecedores no desenvolvimento de produtos, foi realizada uma análise *5W1H* (o quê, onde, quando, o porquê, quem e como). Pode-se afirmar que em relação ao:

- ▶ *What* (o quê) – O fornecedor deve participar do PDP e de cada uma de suas fases;
- ▶ *Where* (onde) – O fornecedor deve participar junto ao cliente seja de maneira física ou virtualmente (através da internet, por exemplo);
- ▶ *When* (quando) – Durante as seguintes fases do PDP: Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para a Produção e no Lançamento do Produto;
- ▶ *Why* (por que) – Para reduzir o tempo de lançamento dos produtos no mercado (*time to market*), os custos do produto e do seu desenvolvimento e, ainda assim, melhorar sua a qualidade;
- ▶ *Who* (quem) – A empresa cliente e seus fornecedores;
- ▶ *How* (como) – Questão em aberto, que será abordada pelo presente trabalho.

A partir desta constatação, pode ser colocada a pergunta de pesquisa: *“Como se integrar, ou ainda, como deve ser a participação de fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas do segmento eletroeletrônico?”*

Viabilizar a colaboração entre elos de uma cadeia de suprimentos é um desafio tanto para a academia como para as empresas. Existe uma necessidade latente por soluções que conectem, via tecnologia da informação e comunicação, área de projetos à planta de manufatura, orientando o projetista durante suas atividades para permitir que o projeto seja aceito rapidamente pelo planejamento da produção na manufatura.

Muito se discute no sentido de que a cadeia de suprimentos deve ser considerada durante o PDP, mas poucas ferramentas são disponibilizadas neste sentido.

1.2 Justificativas

As justificativas para a pesquisa estão sustentadas pelos seguintes trabalhos:

- ▶ Existe a necessidade de construção de ambientes colaborativos entre empresas em cadeias de suprimentos (HUANG e MAK, 2000; HUANG et al, 2003a, 2003b; REZAYAT, 2000a, 2000b; CHOY et al, 2002a, 2002b; YANG et al, 2004; FORZA e SALVADOR, 2002);
- ▶ A desintegração vertical de processos (principalmente da manufatura de componentes) deve ser adotada com fundamento num processo decisório que leve à conclusão de que comprar de fornecedores permite à empresa obter uma apropriação de maior valor do que obteria fazendo ela própria (MERLI, 1998);
- ▶ Os modestos resultados práticos do envolvimento do fornecedor no PDP. (PARKER e ANDERSON JR., 2002; PETERSON et al., 2003 e 2005; MCIVOR e MCHUGH, 2000; MCIVOR e HUMPHREYS, 2004; MCIVOR et al., 1997, 2000). Faltam trabalhos no sentido de “como” se fazer o envolvimento de fornecedores;
- ▶ Existem trabalhos que se propõem ao desenvolvimento de ferramentas de apoio ao trabalho colaborativo em cadeias de suprimentos. Porém são ferramentas desenvolvidas para tratar o problema todo, que é complexo. O resultado são ferramentas complexas e com pouca aplicação prática quando se fala em inserir empresas à prática da colaboração (HUANG et al., 1999, 2003a, 2003b e 2005; HUANG e MAK, 1999, 2000 e 2003; REZAYAT, 2000a, 2000b; BOARDMAN e CLEGG, 2001; FORZA e SALVADOR, 2002; CHOY et al., 2002a e 2002b);

- ▶ Trabalhos recentes de relevância têm sido desenvolvidos no sentido da coordenação, durante o PDP, do projeto do produto, do processo e da cadeia de suprimentos. O foco destes trabalhos normalmente recai sobre o projeto e otimização de plataformas de produtos e de cadeias de suprimentos (RUNGTUSANATHAM e FORZA, 2005; HUANG et al., 2005; SRIRAM e SINHA, 2005; SU et al., 2005; PETERSEN et al., 2005; FINE et al., 2005; BLACKHURST et al., 2005; FIXSON, 2005; FORZA et al., 2005). Para a maioria dos autores a cadeia de suprimentos necessita da colaboração do cliente (produto), do fornecedor (manufatura) e deve ser projetada junto com o produto e processo em um PDP;
- ▶ A colaboração deve produzir melhores produtos, em um custo menor, com mais funcionalidades, que em última análise, representarão um desempenho financeiro superior ao negócio (PETERSEN et al., 2005).

1.3 Objetivo Geral

Este trabalho de pesquisa consiste na geração de um modelo de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos.

1.4 Objetivos Específicos

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para este trabalho:

- ▶ Realizar um estudo sobre os aspectos teóricos e práticos sobre os métodos e práticas de PDP;
- ▶ Realizar um estudo sobre os aspectos teóricos e práticos sobre a gestão da cadeia de suprimentos e relacioná-los com o processo de desenvolvimento de produtos;
- ▶ Realizar um estudo sobre integração entre empresas e relacioná-la com o processo de desenvolvimento de produtos;
- ▶ Realizar um estudo sobre o estado da arte sobre métodos e ferramentas para apoiar o PDP em cadeias de suprimentos;
- ▶ Mapear as tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de ambientes de integração;
- ▶ Listar as características de um sistema que implemente a integração em uma cadeia de suprimentos;
- ▶ Modelar um sistema voltado para a integração em uma cadeia de suprimentos;

- ▶ Desenvolver e testar um ambiente protótipo que implemente a integração em uma cadeia de suprimentos;
- ▶ Validar e discutir o ambiente protótipo para adaptações se necessário;
- ▶ Propor possíveis temas de pesquisa para trabalhos futuros.

1.5 Classificação da pesquisa, método e metodologia aplicados

Este trabalho de pesquisa é do tipo exploratória. Segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições, com um planejamento bastante flexível em relação ao fato estudado.

O método utilizado no trabalho é do tipo Hipotético-Dedutivo. Este método, proposto por Popper, parte do princípio que toda pesquisa tem sua origem num problema para o qual se procura uma solução através de tentativas e de eliminação de erros e cujas etapas podem ser sintetizadas em: Problemas, Hipóteses, Testes das Hipóteses e Conclusões (POPPER, 2001).

Sobre o método Hipotético-Dedutivo, Gil (1999) coloca que: “quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o problema”.

Baseado nos problemas apresentados anteriormente (seção 1.1) a hipótese levantada é a seguinte: “*O problema da integração de fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas do segmento eletroeletrônico é equacionado com a implementação da colaboração em etapas (comunicação, cooperação e coordenação) viabilizada pela utilização da Web/Internet num ambiente de engenharia simultânea devido a uma aparente compatibilidade conceitual.*”

A metodologia aplicada no trabalho está relacionada aos objetivos específicos propostos (figura 2). Embora representadas como etapas seqüenciais, as etapas de estudos e construção do modelo aconteceram em paralelo. A metodologia é composta das seguintes etapas:

Estudo - Foi realizado um levantamento de informações e análise de experiências baseados em publicações relacionadas aos temas Desenvolvimento de Produtos, *Supply Chain Management*, Colaboração e Tecnologias voltadas à Colaboração. Este estudo teve como principal objetivo o reconhecimento do estado da arte em relação às práticas de integração entre empresas durante o desenvolvimento de produtos.

Modelo - Geração de um modelo de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos.

Implementação - Implementação computacional do modelo na forma de uma ambiente Web. Este ambiente permitiu a configuração de cadeias no desenvolvimento de produtos, além de suportar ferramentas de Comunicação, Cooperação e Coordenação.

Validação - A validação do modelo proposto aconteceu junto aos usuários do sistema (especialistas do Labelectron e clientes de desenvolvimento). O sistema implementado foi utilizado por três meses em um ambiente real de manufatura eletroeletrônica (Labelectron). O Labelectron, que é uma empresa que além de desenvolver produtos com seus clientes, também executa a manufatura de produtos eletroeletrônicos. Trata-se de uma empresa que está inserida no contexto de projetos colaborativos em cadeias de suprimentos. O sistema foi submetido ao uso em uma situação real, com o modelo completo validado pelos usuários.

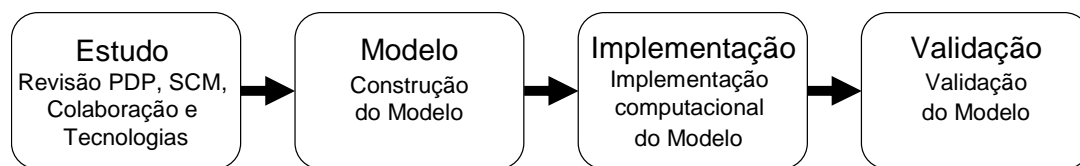


Figura 2 – Metodologia aplicada. Fonte: Autor.

1.6 Contribuições

A principal contribuição foi no sentido de apresentar uma proposta de desenvolvimento no sentido de efetivamente viabilizar a integração em uma cadeia de suprimentos (como fazer a integração). Esta integração deverá acontecer em etapas. Acredita-se que este pode ser o caminho correto para que se viabilize a colaboração na cadeia como um todo desde seu projeto até a sua operação. A abordagem em etapas é colocada no sentido dos elos da cadeia acumular experiência, chegando ao ponto de desenvolver projetos colaborativos, partindo da simples Comunicação, passando pela Cooperação, chegando à Coordenação (figura 3).

A colaboração é um processo evolutivo. Para que haja a colaboração, é necessária a Comunicação, Cooperação e Coordenação. Trata-se da implementação do trinômio CCC proposto por Steinheider (2000).

Destacam-se ainda outras contribuições, todas no sentido do melhor entendimento de como:

- ▶ Considerar a cadeia de suprimentos durante o PDP;
- ▶ Os fornecedores podem ser inseridos no processo de desenvolvimento de produtos;
- ▶ O envolvimento antecipado do fornecedor ajuda no desenvolvimento de um produto a um custo menor;

- ▶ Empresas sem um PDP formalizado podem começar a trabalhar de maneira colaborativa;
- ▶ Uma ferramenta de colaboração remota pode ajudar empresas na redução do seu tempo de resposta ao mercado;
- ▶ Reduzir os custos no PDP decorrentes do fato da engenharia do produto e do processo estarem em elos diferentes de uma mesma cadeia de suprimentos;
- ▶ As decisões durante PDP tendem a influenciar no gerenciamento da cadeia de suprimentos;
- ▶ Viabilizar de processo desenvolvimento de produtos de pequenas e médias em empresas em um ambiente de colaboração;
- ▶ Desenvolver um ambiente (sistema) com ferramentas de colaboração;
- ▶ Operacionalizar o processo de desenvolvimento de produtos efetivo em uma cadeia de suprimentos.

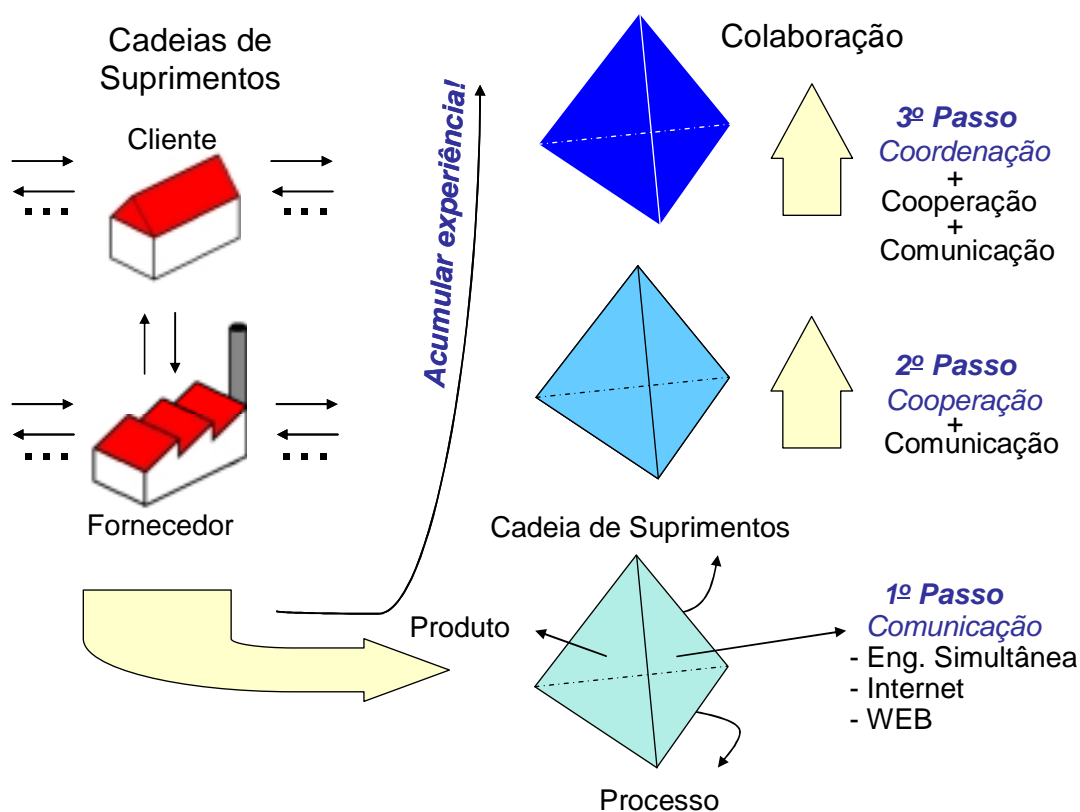


Figura 3 – Evolução passo a passo no sentido da colaboração. Fonte: Autor, baseado em Steinheider (2000).

1.7 Limitações do trabalho

Devido ao grande volume de informações em relação ao PDP, SCM, Colaboração e Tecnologias, das diversas possibilidades de cenários produtivos e questões de proximidade

junto à ambientes reais, a pesquisa foi focada na modelagem e prototipagem de um ambiente que suporte o trabalho colaborativo, no caso o desenvolvimento de produtos.

O foco deste trabalho foi o desenvolvimento de um modelo de colaboração (comunicação, cooperação e coordenação) para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos. A implementação computacional (*backbone* do sistema) foi realizada somente para a parte voltada à comunicação, que é a primeira etapa de um processo rumo à colaboração. Com esta estrutura principal, robusta e funcional, novas ferramentas de cooperação e coordenação poderão ser anexadas ao ambiente no futuro.

O ambiente ficou focado na montagem de cadeias de suprimentos e comunicação entre empresas do segmento eletroeletrônico da região de Florianópolis/SC.

Também não fez parte do escopo do trabalho o desenvolvimento de ferramentas específicas relativas à cooperação e coordenação no PDP.

1.8 Estrutura do Documento

Este documento está estruturado em cinco capítulos. Este capítulo inicial (Introdução), faz uma breve apresentação do trabalho, destacando a importância do tema as justificativas para o tema proposto, o problema da pesquisa, os objetivos, as limitações da pesquisa, adequação do trabalho as linhas de pesquisa do curso e a estrutura do documento.

No segundo capítulo (Estado da Arte) é apresentada uma revisão relativa às áreas de domínio de conhecimento sobre o processo de desenvolvimento de produtos, o gerenciamento da cadeia de suprimentos, colaboração e o mapeamento de soluções e tecnologias. O estudo abrange o levantamento sobre os conceitos e práticas atuais e de soluções e tecnologias existentes.

O terceiro capítulo (Ambiente) apresenta uma caracterização do setor eletroeletrônico da Grande Florianópolis, o desenvolvimento de produtos neste setor e o modelo do ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos.

O quarto capítulo (Validação) apresenta detalhadamente o Si2P2: sistema computacional de apoio ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos desenvolvido com base nos requisitos estabelecidos e na arquitetura proposta no terceiro capítulo da tese. No mesmo capítulo apresenta-se uma demonstração de utilização do sistema, onde uma situação baseada na realidade de uso é utilizada para ilustrar o processo de desenvolvimento

de um novo produto eletrônico, dentro do Si2P2. Ao final do capítulo é apresentada a validação junto à especialistas.

O quinto e último capítulo desta tese apresenta as conclusões relativas aos objetivos da tese, à pergunta de pesquisa e em relação ao sistema computacional de apoio ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos. Também sugere novos trabalhos a serem realizados em continuidade ao mesmo.

A figura 4 ilustra a estrutura de desdobramento do documento.

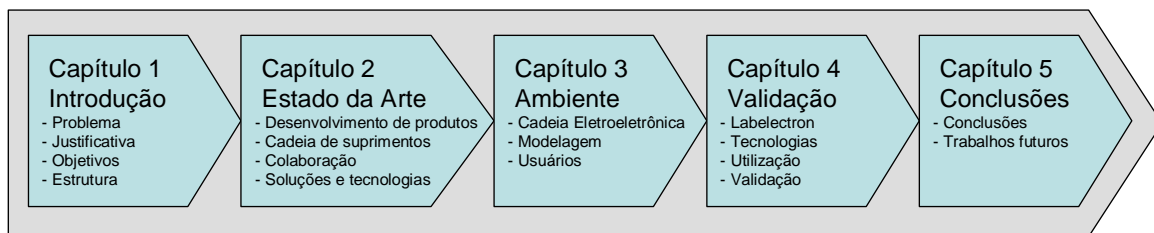


Figura 4 - Estrutura de desdobramento do documento. Fonte: Autor.

CAPÍTULO 2 - ESTADO DA ARTE

O objetivo deste capítulo é o de apresentar os conceitos ligados ao processo de desenvolvimento de produto (PDP), ao gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM), a colaboração e tecnologias e soluções para a colaboração, além claro de suas relações quando existentes.

2.1 O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Desenvolver produtos tem se tornado um dos processos mais importantes para a competitividade industrial. Movimentos de aumento da concorrência, rápidas mudanças tecnológicas, diminuição do ciclo de vida dos produtos e maior exigência por parte dos consumidores exigem das empresas agilidade, produtividade e alta qualidade que dependem necessariamente da eficiência e eficácia da empresa neste processo.

Com os ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos, maior é a necessidade de novos desenvolvimentos e conseqüentemente, novos produtos. O processo de desenvolvimento de novos produtos é executado em um número maior de vezes. Para o aumento da eficiência deste processo é necessária a sua sistematização.

Um processo eficaz de desenvolvimento de produtos não é algo fácil de conseguir. Muitas empresas podem ter sucessos eventuais com um ou outro produto, mas são poucas as que alcançam êxito por meio de um processo de desenvolvimento eficiente de forma sustentada e conduzido de modo planejado e articulado com as estratégias competitivas da empresa (ROZENFELD et al., 2006).

O que distingue as empresas com excelência em desenvolvimento de produtos é a qualidade em todo o processo de desenvolvimento. Este padrão nasce na estratégia, a organização da empresa, na sistematização do trabalho e na maneira com que os problemas são resolvidos.

Estima-se que são possíveis reduções de mais de 50% no tempo de lançamento de um produto, quando os problemas de projeto são identificados e resolvidos com antecedência, reduzindo o número de alterações posteriores e os tempos de manufatura e de resposta às necessidades do mercado consumidor e, portanto, gerando competitividade. Além disso, é importante considerar e evitar o “efeito escala” do aumento do custo de alteração (mudanças) no produto ao longo dos seus estágios de desenvolvimento (idéia, projeto, protótipo, produção e lançamento): estima-se que o atraso na detecção e correção de problemas, à medida que se avança do projeto para a produção e para o consumo, representa um aumento de custo de

alteração (resolução dos problemas), que cresce em progressão geométrica de razão 10 a cada fase (ROZENFELD et al., 2006).

Mesmo lançando mais produtos, para a maioria das empresas, lançar produtos novos não é uma rotina. É o resultado de um esforço que pode durar um tempo significativo e envolver quase todos os setores funcionais da empresa, com implicações nas vendas futuras e conseqüentemente na sobrevivência da empresa.

Dentre as várias definições para o desenvolvimento de produtos, uma das mais conhecidas é a estabelecida por Clark e Fugimoto (1991). Definem o desenvolvimento de produtos como “o processo de desenvolvimento de produtos é o processo pelo qual uma organização transforma oportunidades de mercado e de possibilidades técnicas em informações à produção de um produto comercial”.

O processo de desenvolvimento de produtos tem um sentido bem amplo e deve considerar todo o ciclo de vida do produto, desde a identificação de necessidade, projeto conceitual até o descarte final do produto.

Atualmente destacam-se duas linhas principais de pensamento em torno do Desenvolvimento de Produtos. A primeira preconiza que o desenvolvimento deve ser elaborado com a preocupação em todas as fases pelas quais passa o produto, desde a identificação das necessidades dos clientes (base para o desenvolvimento) até o descarte do produto após seu uso. A segunda linha é quanto à multidisciplinaridade, integração de equipes e simultaneidade de atividades de desenvolvimento de produtos.

2.1.1 A importância do Desenvolvimento de Produtos

O desenvolvimento de produtos é hoje um processo de negócio cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, principalmente com a crescente internacionalização dos mercados, aumento da diversidade e variedade de produtos e redução do ciclo de vida dos produtos no mercado.

A demanda por mudanças nos produtos tem aumentado muito intensamente, justificando uma preocupação maior com o desenvolvimento de produtos.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o processo de desenvolvimento de produtos (PDP), comparado a outros processos de negócio, tem diversas especificidades. As principais características que diferenciam este processo são:

- ▶ Elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados;

- ▶ Decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas ainda são maiores;
- ▶ Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- ▶ As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: Projetar-Construir-Testar-Otimizar;
- ▶ Manipulação e geração de alto volume de informações;
- ▶ As informações e atividades provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos; e
- ▶ Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

Além disso, as atividades do PDP influenciam e são influenciadas pelo trabalho de praticamente todas as pessoas da empresa, já que o novo produto será desenvolvido, produzido, vendido e controlado envolvendo e sendo envolvido por todos os setores. Assim, fica clara a necessidade de integração de informações e decisões com muitas áreas da empresa. Isso aumenta a importância da coordenação e da comunicação.

Rozenfeld et al. (2006) colocam que as escolhas de alternativas ocorridas no início do desenvolvimento são responsáveis por aproximadamente 85% do custo do produto final. Ou seja, todas as outras definições e decisões tomadas ao longo do ciclo de desenvolvimento, após as fases iniciais, determinam 15% do custo.

Nevins e Whitney (1989 apud PARKER e ANDERSON JR., 2002), colocam que 70% dos custos de um produto são determinados durante a fase de projeto. Isto, segundo eles, vale para a maioria das empresas industriais.

O que dizem as duas colocações anteriores é que depois da definição dos materiais, tecnologia, processos de fabricação e principais soluções construtivas, restam ao time de desenvolvimento ainda muitas decisões, porém de menor influência no custo final do produto.

No entanto, quando exatamente se toma a maior parte das decisões é o momento no qual se tem o maior grau de incerteza sobre o produto e suas especificações, sobre seu processo de fabricação e mesmo se ele terá sucesso no mercado. Somente mais adiante no desenvolvimento, o grau de incerteza vai diminuindo. Este fato sem dúvida é um complicador.

Apesar da unanimidade sobre a importância do PDP, não são raros os casos de fracassos de desenvolvimento de novos produtos.

O segredo de um bom desenvolvimento de produtos é, assim, garantir que as incertezas sejam minimizadas por meio da qualidade das informações, e que, a cada momento de decisão, exista um controle constante dos requisitos a serem atendidos e uma vigilância das possíveis mudanças de mercado (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.2 Evolução do Desenvolvimento de Produtos

O processo de desenvolvimento de produto foi, no passado, visto como a produção de um conjunto de informações sobre as especificações de um produto e sobre como produzi-lo.

O conceito do que é o desenvolvimento de produtos vem evoluindo muito. No passado eram tratados quase que somente os aspectos do “projeto de produto” em uma visão mais restrita.

A evolução da visão sobre o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto está relacionada à evolução do modo de gestão geral adotado pelas empresas ao longo do tempo.

Os princípios da administração científica com a busca pela maneira ótima e das pessoas certas, e como a estruturação funcional das organizações, “moldaram” o surgimento da função de desenvolvimento de produtos nas organizações. Como resultado, viu-se a criação do que hoje se chama Engenharia Tradicional ou Desenvolvimento de Produtos Seqüencial, no qual as tarefas relacionadas ao projeto eram atribuídas a um número exagerado de áreas funcionais.

Esse modelo de desenvolvimento é chamado de seqüencial porque as informações sobre o produto eram definidas em uma ordem lógica de uma área funcional para a outra (Marketing, Design, Engenharia e Produção). Não havia uma interação forte entre elas durante e depois da realização das atividades. As atividades e procedimentos para o gerenciamento eram informais, baseados na experiência das pessoas e diferiam entre as áreas funcionais, que criavam culturas e padrões próprios de trabalho.

Outra característica desse modelo é o fato de os departamentos de engenharia serem totalmente auto-suficientes. O projeto era realizado quase que inteiramente por profissionais da mesma empresa, incluindo as peças que seriam produzidas por fornecedores externos. Isso prejudicava a manufaturabilidade do produto, o tempo de desenvolvimento e a atualização tecnológica (ROZENFELD et al., 2006).

Essas deficiências não eram tão prejudiciais como agora, pois o ciclo de vida dos produtos era maior (produção em massa), o produto ficava mais tempo no mercado e a concorrência era

menor. À medida que o padrão competitivo avançou no sentido de exigir vários projetos concorrentes, com maior qualidade, em menor tempo e com menor custo, essas deficiências foram logo notadas. Assim, ao longo dos anos, diversos aperfeiçoamentos foram incorporados nessa abordagem, buscando melhorar a sua eficiência, mas sempre mantendo a mesma visão de um Desenvolvimento de Produtos tradicional.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), a visão tradicional de desenvolvimento (seqüencial) de produto apresenta as seguintes características:

- ▶ P&D e de Desenvolvimento de Produto encaradas como áreas isoladas;
- ▶ Sem integração à estratégia de negócio;
- ▶ Barreiras organizacionais e de comunicação;
- ▶ Alta administração participa pouco das definições e das metas;
- ▶ Predomina a hierarquia e linearidade no fluxo de informações;
- ▶ Fornecedores são envolvidos somente nas fases finais do desenvolvimento;
- ▶ Não há mensuração e controle dos resultados;
- ▶ Profissionais especializados, valorizando-se o aprofundamento e isolamento do conhecimento; e
- ▶ Gerenciamento funcional.

O mercado mais exigente, no final dos anos 1980, levou ao surgimento de diversas propostas de mudanças maiores na visão de como desenvolver produtos, as quais resultaram uma transformação significativa na gestão do PDP em um período curto de espaço de tempo. Essa abordagem tornou-se amplamente conhecida como Engenharia Simultânea (figura 5).

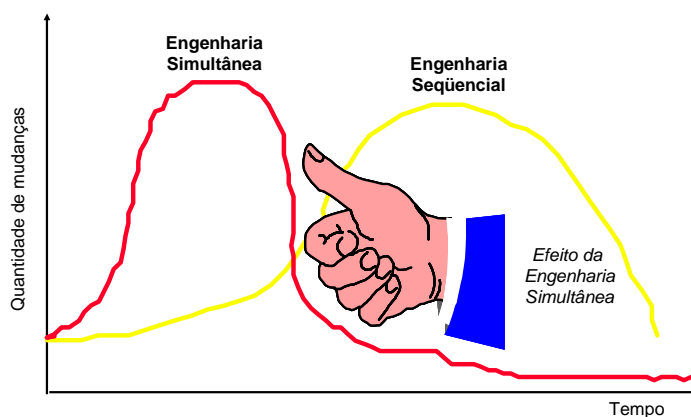


Figura 5 – Objetivo da Engenharia Simultânea. Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006).

Essa abordagem da engenharia simultânea visa antecipar as alterações no produto para as fases iniciais através da integração entre os participantes com a realização de atividades simultâneas. Este tipo de estratégia, só é possível com uma integração maior entre as áreas funcionais. Com isso tem-se a diminuição do tempo de desenvolvimento, de custos, com melhoria na qualidade do produto.

Segundo Schrage (1993 apud DALL'AGNOL, 2001), existem dez características requeridas para a implementação com sucesso da engenharia simultânea:

- ▶ Um enfoque “*top-down*” no projeto, baseado em um efetivo sistema de planejamento da engenharia;
- ▶ Forte contato com os clientes;
- ▶ Times multifuncionais (várias áreas funcionais) e multidisciplinares (várias áreas de conhecimento);
- ▶ Continuidade destes times;
- ▶ Otimização do produto e das suas características através de processos práticos na engenharia;
- ▶ Criação de modelos digitais dos produtos, usando técnicas de “*benchmarking*” e prototipagem rápida;
- ▶ Simulação do desempenho do produto e dos processos de manufatura;
- ▶ Uso de experimentação (da simulação) para confirmar/mudar situações de alto risco;
- ▶ Envolvimento inicial dos fornecedores;
- ▶ Foco em melhorias contínuas e nas lições aprendidas através de toda a organização.

A abordagem da Engenharia Simultânea foi e ainda é muito difundida. Muitos resultados significativos foram obtidos. O processo continua em evolução.

Um fato marcante aconteceu com a invasão do mercado americano por produtos japoneses, principalmente carros. Além de um processo enxuto de manufatura (*Just In Time*), os japoneses também tinham um processo enxuto para o desenvolvimento de produtos: o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) desenvolvido por Akao no Japão (CHENG, 1995). O QFD é um processo estruturado para o desenvolvimento do produto e do processo como um todo (figura 6).

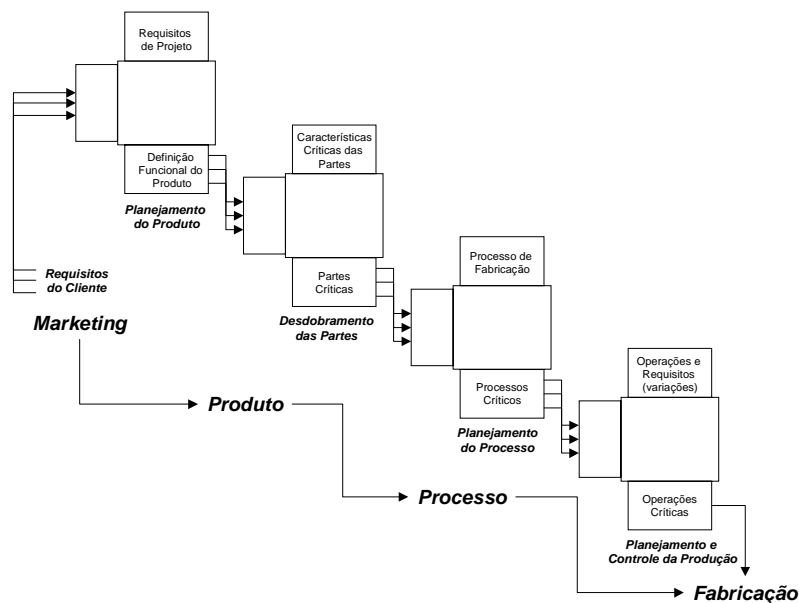


Figura 6 – Desenvolvimento de Produtos segundo o QFD. Fonte: BAXTER (2000).

No final da década de 1980 e início dos anos 90, foram desenvolvidos por pessoas ligadas à Harvard e ao MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) importantes projetos de pesquisa relacionados com a manufatura enxuta e a gestão do processo de desenvolvimento de produto. Os conceitos gerados nestas pesquisas são atualmente empregados por grande parte das pessoas que estudam e trabalham com o desenvolvimento de produto e, por isso têm uma importância por si próprios dentro desta área (ROZENFELD, 1997).

A partir destes estudos iniciais muito se têm trabalhado no sentido de gerenciar o processo de desenvolvimento de produtos.

Durante muito tempo o livro *Winning at New Products* do Professor Robert Cooper (COOPER, 1993) foi considerado principal referência para aqueles que trabalhavam com o Desenvolvimento de Produtos. No seu livro demonstra a importância da organização do desenvolvimento de produtos e a utilização de *Stage-Gates* (figura 7).

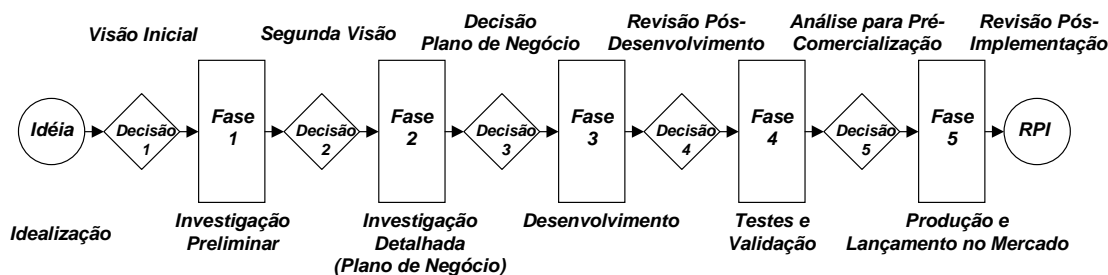


Figura 7 – Desenvolvimento de Produtos. Fonte: Cooper (1993).

No Brasil o assunto desenvolvimento de produtos ganhou força com a vinda de um grande número empresas da área automotiva na década de 90. O setor é altamente regulamentado através de normas específicas como, por exemplo, a QS9000 (figura 8). A norma tem o seu processo de referência para o desenvolvimento de produtos. As empresas certificadas devem seguir este processo sob a pena de perder a certificação. Aqui começou a abordagem dos processos de negócio.

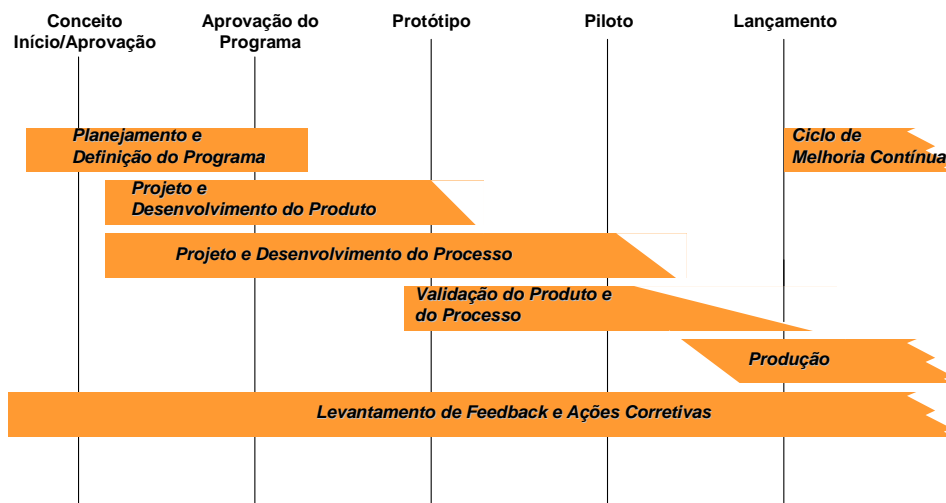


Figura 8 – Modelo de processo para o Desenvolvimento de Produtos segundo a QS9000
Fonte: Barros (2003)

A abordagem de processos de negócio e a adoção dos *Stage-Gates* foram as mais importantes. Essa evolução foi rotulada como a era do Desenvolvimento Integrado de Produtos. É importante considerar dois aspectos relevantes para o enfoque da estruturação e gestão do desenvolvimento de produtos: o conceito de processo e o fluxo de informações (ROZENFELD et al., 2006).

Processo é o conjunto de atividades realizadas em uma seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (VERNADAT, 1996).

O conceito de processo auxilia na visualização das atividades e suas inter-relações. Já a compreensão e o gerenciamento do fluxo de informações são importantes à medida que o PDP gera e faz uso de entradas e saídas de conhecimentos e informações, nas atividades e no processo como um todo.

Assim, o desenvolvimento de produto pode ser compreendido e visualizado por meio da consideração de todas as atividades, internas à empresa e nas cadeias de suprimentos e de

distribuição (figura 9). Essas atividades vão desde traduzir o conhecimento sobre as necessidades do mercado, as oportunidades tecnológicas e as estratégias da empresa em informações para a produção, distribuição, uso, manutenção e descarte do produto, considerando o seu ciclo de vida.

Nessa nova visão para o PDP, este deve integrar em todas as fases da vida do produto, desde o planejamento estratégico até a descontinuidade ou retirada do produto do mercado.



Figura 9 - O processo de desenvolvimento de produtos envolve o planejamento estratégico e acompanha o processo de produção. Fonte: ROZENFELD et al. (2006).

O modelo de desenvolvimento mais recente e que está se difundindo no Brasil é o proposto por Rozenfeld et al. (2006), fruto da união de metodologias, estudos de caso, modelos e melhores práticas desenvolvidas e coletadas nos últimos anos pelas equipes de pesquisadores coordenadas pelos professores: Henrique Rozenfeld no NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada da USP/Unicamp/UFSCAR/Unimep) e Fernando Antonio Forcellini no GEPP (Grupo de Engenharia de Produto e Processo da UFSC). Este modelo é apresentado no próximo item.

2.1.3 Modelo de Referência em PDP

Um modelo, segundo Vernadat (1996), pode ser definido como "uma representação (com maior ou menor grau de formalidade) da abstração de uma realidade expressa em algum tipo específico de formalismo".

Já um modelo de referência é conjunto de modelos contemplando uma coleção invariante de elementos fundamentais (*building blocks*) a partir dos quais podem ser projetados ou representados todo um sistema integrado (DOUMEINGTS et al., 1995).

O objetivo do modelo de referência para o PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006) é fornecer uma visão completa do processo de desenvolvimento de produtos, nivelando os conhecimentos entre as diferentes áreas de conhecimento. O modelo está direcionado para empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e de capital.

O modelo está dividido em macro fases, ilustrado na figura 10, Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. A macro fase Desenvolvimento trata o PDP de maneira mais específica, enfatizando os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto, suas características e forma de produção.

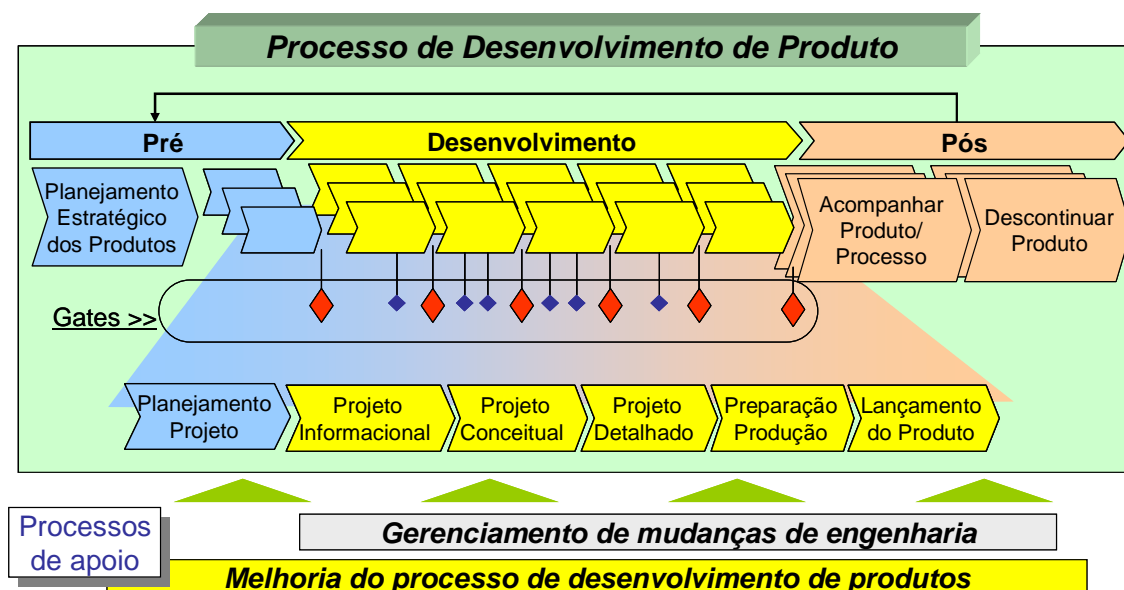


Figura 10 – Visão geral do modelo de referência para o PDP. Fonte: ROZENFELD et al. (2006)

Na macro-fase de pré-desenvolvimento (Planejamento Estratégico dos Produtos e Planejamento do Projeto), estão envolvidas as decisões estratégicas do projeto de negócio do produto. A macro-fase de desenvolvimento é desdobrada em cinco fases: projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação para produção e lançamento do produto. A macro-fase de pós-desenvolvimento (acompanhamento do produto no mercado e retirada do produto do mercado) corresponde às últimas fases pelas quais passa um produto.

2.1.3.1 Planejamento Estratégico dos Produtos

O objetivo do Planejamento Estratégico de Produtos é obter um plano contendo o portfólio de produtos da empresa a partir do Planejamento Estratégico do Negócio. Ou seja, definir os objetivos, as estratégias do PDP e sua forma de implementação para atender os objetivos corporativos da empresa por meio do desenvolvimento de produtos. A saída desta fase é a definição de um portfólio de produtos e projetos que permitam que a empresa atinja este objetivo.

2.1.3.2 Planejamento do Projeto

Esta fase tem como objetivo a definição das linhas de produtos que serão desenvolvidas e os projetos que serão priorizados de acordo com os objetivos de negócio da empresa, com base no portfólio de produtos e projetos desenvolvidos na fase anterior. Esta fase é de fundamental importância para o novo produto, pois as atividades e tarefas desenvolvidas estão voltadas às especificações da oportunidade para o novo produto e elaboração do plano de projeto do produto, que será a principal entrada do desenvolvimento.

2.1.3.3 Projeto Informacional

A fase de projeto informacional é a primeira etapa da macro-fase de desenvolvimento. O objetivo desta fase é a geração das especificações meta do produto. Para isso necessita-se entender qual é o problema de projeto, quem são os clientes, quais suas necessidades, quais são os requisitos e as restrições de projeto para produzir o produto. As especificações orientam a geração de soluções, fornecendo uma base sobre o qual serão montadas os critérios de avaliação e de tomada de decisão nas etapas posteriores.

2.1.3.4 Projeto Conceitual

O projeto conceitual caracteriza-se pela busca, criação representação e seleção de soluções para o problema de projeto. A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes, ou até mesmo por *benchmarking*. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto, e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita através de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apóiam nas necessidades ou requisitos previamente definidos.

2.1.3.5 Projeto Detalhado

No projeto detalhado são desenvolvidas e finalizadas todas as especificações do produto, para então serem encaminhadas à manufatura.

É importante salientar a integração do projeto detalhado com o projeto conceitual. Existe um conjunto de atividades que poderão ocorrer no projeto detalhado ou conceitual. No projeto detalhado, também pode ser realizado o desdobramento das partes do produto, isto dependerá do grau de inovação e complexidade do produto para a empresa. Para um determinado grau de inovação do produto, na fase de projeto conceitual só se consegue identificar os subsistemas principais e a maior parte dos subsistemas e componentes é criada e desenvolvida na fase de projeto detalhado, quando todos os componentes e subsistemas são especificados.

No caso do grau de complexidade do produto, algumas atividades do projeto ocorrem na fase de conceitual, para saber se um componente pode ou não ser incorporado ao produto.

Outra particularidade da fase de projeto detalhado é a criação dos detalhamentos dos planos de processos de fabricação e montagem. Na fase de projeto conceitual são definidos os processos de fabricação que serão utilizados, mas as especificações e documentação finais são realizadas na fase de projeto detalhado.

Uma característica importante da fase de projeto detalhado, como prática do benefício de engenharia simultânea, são os ciclos de detalhamento, otimização e aquisição.

2.1.3.6 Preparação para Produção

A fase de preparação da produção engloba a produção do lote piloto, a definição dos processos de produção e manutenção. Trata das atividades da cadeia de suprimentos do ponto de vista interno, visando à obtenção do produto. Já a fase de lançamento envolve o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica e as campanhas de marketing. Ou seja, aquelas atividades da cadeia de suprimentos relacionadas com a colocação do produto no mercado.

As fases tradicionalmente conhecidas como desenvolvimento de produtos, terminam na fase de projeto detalhado, na qual foram definidos os processos de fabricação e as especificações dos recursos de fabricação (máquinas, equipamentos e ferramental). Quando necessário, novas instalações deverão ser projetadas, protótipos deverão ser produzidos e testados, havendo no final da fase a homologação do produto, ou seja, a avaliação se o produto atende aos requisitos anteriormente definidos.

O objetivo desta fase é garantir que a empresa (na verdade a cadeia de suprimentos total, ou seja, a empresa e todos os parceiros de fornecimento) consiga produzir produtos no volume definido na Declaração de Escopo do Projeto com as mesmas qualidades do protótipo. Deve ainda atender os requisitos dos seus clientes ao longo do ciclo de vida do produto.

2.1.3.7 Lançamento do Produto

O lançamento envolve a definição dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica e as campanhas de marketing. Ou seja, aquelas atividades da cadeia de suprimentos relacionadas com a colocação do produto no mercado.

As atividades especificadas nesta fase de lançamento são direcionadas para produtos que são comercializados, distribuídos para diferentes regiões. As atividades específicas desenvolvidas na fase de lançamento do produto são: Desenvolver processos de vendas; Desenvolver processos de distribuição; Desenvolver processo de atendimento ao cliente; Desenvolver processo de assistência técnica; Promover marketing de lançamento; Lançar o produto; Gerenciar o lançamento; Atualizar plano de fim de vida.

2.1.3.8 Acompanhar Produto e Processo

A fase de “Acompanhar produto e processo” corresponde a um conjunto de atividades que, juntamente com as atividades da fase “Descontinuar produto do mercado”, garantem que o PDP compreenda todo o ciclo de vida do produto. O seu objetivo principal é garantir o acompanhamento do desempenho do produto junto à produção e ao mercado, identificando necessidades ou oportunidades de melhorias e garantindo que a retirada cause o menor impacto possível aos consumidores, empresa e meio-ambiente. Nesta fase realiza-se auditoria pós-projeto, avalia-se a satisfação dos clientes, monitora-se o desempenho do produto tanto em termos técnicos quanto em termos econômicos, incluindo a produção, assistência técnica e aspectos ambientais. Também, existe uma integração muito grande com as atividades do “Gerenciamento de mudanças de engenharia”. As tarefas específicas da fase de acompanhamento do produto e processo são: Realizar auditoria pós-projeto; Avaliar satisfação do cliente; Monitorar desempenho do produto.

2.1.3.9 Descontinuidade do produto

É importante esclarecer que esta fase não se inicia somente após o fechamento da fase de acompanhar produto e processo. As atividades de acompanhamento e a produção do produto podem estar em plena realização quando se inicia a fase de descontinuar o produto. Esse marco de início pode ocorrer respeitando-se um cronograma prévio. O cronograma a ser

cumprido no caso do produto específico ou resultado de análises que são realizadas ao longo da fase de acompanhamento, pode indicar a necessidade de se acionar o plano de fim de vida do produto, que vem sendo desenvolvido desde o projeto conceitual. Normalmente, a empresa já deve estar pronta para executar o plano de fim de vida, e obviamente suas atividades, logo após o término da fase de lançamento do produto.

2.1.3.10 Outros Conceitos Importantes no PDP

Existem outros importantes conceitos colocados por Rozenfeld et al. (2006) que suportam o modelo por eles proposto. São eles: a Revisão de Fases, os Métodos e Ferramentas de Desenvolvimento de Produtos, os Indicadores de Desempenho, a utilização de Parceiros de Desenvolvimento Colaborativo de Produtos e a Gestão do Conhecimento.

O conceito dos *Gates* (validação das fases) é importante, pois ao final de cada fase do processo do desenvolvimento do produto, os resultados de projeto são checados. Isto garante que os objetivos de cada fase sejam atendidos.

Métodos e ferramentas são os meios que existem para apoiar a realização das atividades do PDP. Os métodos contêm normalmente uma lista de passos que devem ser seguidos para se atingir os objetivos para os quais eles se propõem. Já uma ferramenta é uma aplicação, viabilizada através da tecnologia da informação, de um método completo ou de parte dele. A utilização de ferramentas normalmente gera ganhos de produtividade das atividades do PDP.

Como todo processo de negócio, o PDP deve ser monitorado através de indicadores de desempenho. Os indicadores de desempenho devem monitorar a produtividade e agregar informações dos projetos e produtos desenvolvidos. O PDP pode ser considerado bem sucedido, quando o produto foi bem aceito pelo mercado (de acordo com a previsão) e se trouxe a rentabilidade esperada pela organização. Isto deve ser medido através de indicadores de desempenho.

Outro importante conceito é o da utilização de parceiros em um desenvolvimento colaborativo. Com relação aos clientes, considera-se que seu envolvimento melhora principalmente a adequação do conceito às necessidades dos usuários, ou seja, a qualidade do produto desenvolvido. Já com os fornecedores, os casos bem sucedidos evidenciam que o seu envolvimento, o mais cedo possível, diminui o tempo de conclusão do projeto (*time to market*). Ainda, há uma significativa melhoria na produtividade do desenvolvimento, por meio da diminuição da complexidade do projeto e da antecipação da solução de problemas de projeto por parte da equipe de desenvolvimento dos fornecedores.

Por fim, a gestão do conhecimento, que é o último conceito que sustenta o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006). A organização que aprende é também aquela que consegue criar um ambiente que estimule e cobre das pessoas uma postura de aprendizagem contínua. A gestão conhecimento é o conjunto de práticas e atividades destinadas a incentivar e garantir a criação, compartilhamento e disseminação de informações e trocas de experiências visando à melhoria contínua das competências das pessoas e, conseqüentemente, o crescimento do conhecimento organizacional, que é uma necessidade latente nas organizações.

Devido ao foco do trabalho, é detalhada no próximo tópico apenas a questão da utilização dos parceiros no desenvolvimento colaborativo, principalmente os fornecedores.

2.1.4 Desenvolvimento colaborativo de produtos com parceiros

Devido à necessidade de se antecipar possíveis problemas, cada vez mais o processo de desenvolvimento de produtos é um processo desenvolvido pelas empresas junto com seus parceiros (MCIVOR e HUMPHREYS, 2004). O modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) considera a necessidade de um desenvolvimento colaborativo desde as primeiras fases do PDP. O desenvolvimento colaborativo com os parceiros de negócio é um dos conceitos que estão por trás do modelo de PDP.

Womack et al. (1990), apontam quatro características fundamentais encontradas em empresas líderes no desenvolvimento de produtos (destaque para as duas últimas):

- ▶ Liderança forte durante todo o projeto;
- ▶ Trabalho em equipes multidisciplinares;
- ▶ Comunicação eficiente;
- ▶ Desenvolvimento simultâneo de projetos entre clientes e fornecedores.

A tomada de decisões sobre o projeto envolvendo pessoas com diferentes visões do produto, ainda na fase de desenvolvimento, pode antecipar problemas e soluções, além de reduzir o tempo de lançamento do produto.

O processo de suprimentos, no sentido do fornecimento de matérias-primas e componentes para a empresa, além de desempenhar o papel de abastecer com bens físicos, também proporciona informações técnicas e coopera nas atividades de desenvolvimento. Os fornecedores pode se responsabilizar pelo desenvolvimento, total ou em conjunto com a empresa cliente, dos projetos necessários para os itens a serem fornecidos. É o caso, por

exemplo, do chamado desenvolvimento conjunto (*co-design ou comakership*), uma forma de desenvolvimento colaborativo que considera as vantagens do envolvimento o mais cedo possível dos fornecedores no projeto do item e até mesmo participando de equipes de projeto da empresa cliente (MERLI, 1998).

Trabalhos e metodologias têm sido desenvolvidos na busca por essa integração e coordenação com parceiros. Muitos destes trabalhos estão fundamentados no uso engenharia simultânea (HO et al., 1991 apud RUNGTUSANATHAM e FORZA, 2005).

O desenvolvimento integrado tem como uma de suas características, os fornecedores envolvidos desde o início do PDP. Este envolvimento ainda é colocado como um fator gerencial que afeta o desempenho do PDP.

As possibilidades de interação entre parceiros são tratadas por alguns autores. Sobrero e Roberts (2002) definiram 4 possíveis tipos de interação com fornecedores. São elas: Tradicional, Integrada, Avançada e “Caixa Preta”. O nível de interação aumenta no sentido da tradicional à “caixa preta”. O *outsourcing* “Tradicional” é aquele no qual o fornecedor recebe a especificação do componente a ser fornecido e cumpre esta especificação. Já o fornecedor “Integrado”, está envolvido com o projeto do componente a ser fornecido. Este envolvimento ainda é pequeno, mas existe. O fornecedor tipo “Avançado”, vai além do integrado, tendo uma maior responsabilidade e autonomia no desenvolvimento dos componentes fornecidos, com grande envolvimento no projeto do produto. Finalmente aparece o fornecedor “Caixa Preta”. Neste caso o fornecedor é responsável integral pelo desenvolvimento de componentes críticos, de maior complexidade. Embora neste caso a responsabilidade seja maior, o envolvimento com o projeto do produto deste tipo de fornecedor é menor quando comparado ao fornecedor do tipo “Avançado”. O item “caixa preta” passa a ser um item de “prateleira”.

Ainda de acordo com Sobrero e Roberts (2002), maior comunicação, envolvimento dos fornecedores no início do projeto, e a maior responsabilidade do desenvolvimento repassada ao fornecedor, geram melhores resultados de custos e facilitam a entrada de conhecimento externo, muito importante para futuros projetos.

De acordo com o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006), os parceiros se apresentam de 4 formas de interação: parceria de risco, parceria de tecnologia, co-desenvolvimento e fornecimento de serviços (figura 11).

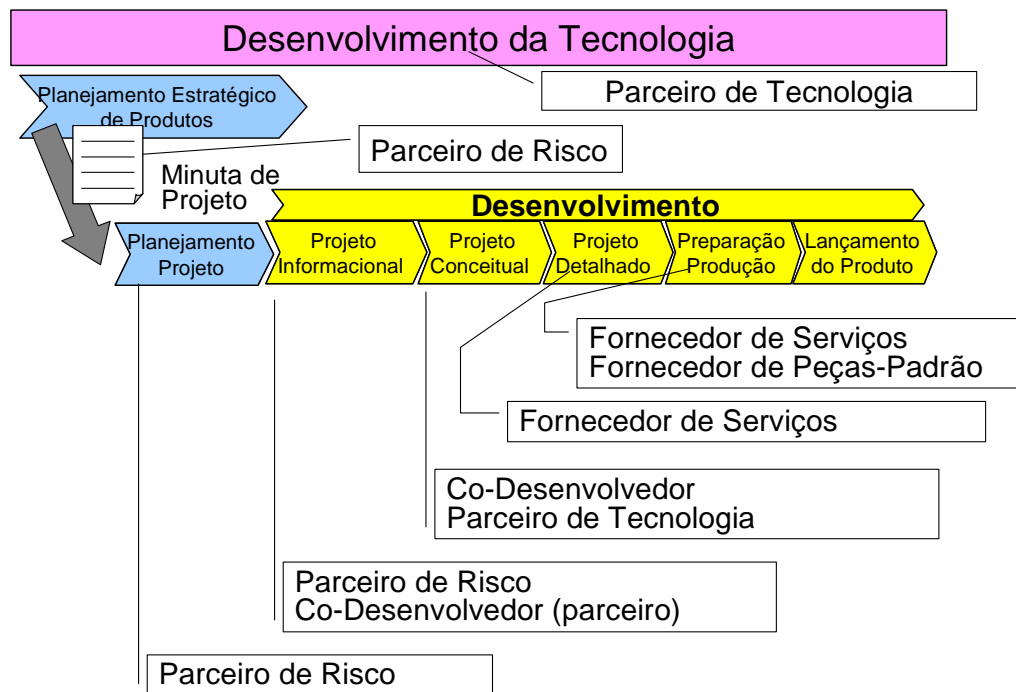


Figura 11 – Possibilidades de parcerias no PDP. Fonte: ROZENFELD (2006).

A parceria de risco acontece quando uma empresa se associa à empresa que está coordenando o desenvolvimento. Irá colaborar e dividir os riscos. Os contratos são de longo prazo e deverão durar toda a vida do produto. A empresa participa de todas as decisões fundamentais no desenvolvimento e comercialização. Geralmente o parceiro assume o investimento no desenvolvimento e no custeio da produção de um subsistema do produto. Em troca, recebe uma parte das receitas de vendas.

Já a parceria de tecnologia é essencial para existir inovação no produto. O objeto de fornecimento é tecnologia, que pode fazer parte do produto do fornecedor. Muitas vezes é uma empresa dentro do mesmo grupo, ou laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento da organização. Normalmente este papel é assumido pelo fornecedor quando a sua tecnologia for um diferencial para o produto final.

Quando há o co-desenvolvimento o parceiro é chamado de Co-Desenvolvedor. O fornecedor que participa da definição dos requisitos do subsistema e do seu desenvolvimento. Geralmente é responsável por sistemas ou módulos complexos e possuem domínio completo da tecnologia gerando as possíveis concepções do subsistema e muitas vezes sugerindo alterações. Pode ou não produzir as peças mais tarde. No caso de produzir as peças, estabelece contratos de longo prazo com o cliente garantindo a venda do subsistema por um período de anos ou a vida toda

do produto principal. No caso da não produção, diz respeito a empresas especializadas em engenharia, prestadoras de serviços especializados, sem recursos para produzir os produtos.

Por fim, existem os fornecedores de serviços que são empresas que possuem um alto nível de capacitação técnica, mas dadas as características do produto e do processo, têm uma interface menor com o processo de desenvolvimento de produtos. Os fornecedores de serviços são subdivididos em fornecedores de serviços de engenharia, de manufatura e fornecedores de peças-padrão (*commodities*).

Rozenfeld et al. (2006) colocam que os fornecedores podem participar de praticamente todas as etapas de desenvolvimento e, se for um parceiro do tipo “risco”, até do planejamento do projeto do produto. Os parceiros de risco participam desde o início do projeto.

Os casos bem sucedidos de envolvimento de fornecedores no PDP evidenciam que o seu envolvimento, o mais cedo possível, diminui o tempo de conclusão do projeto (*time to market*). Ainda, há uma significativa melhoria na produtividade do desenvolvimento, por meio da diminuição da complexidade do projeto e da antecipação da solução de problemas de projeto por parte da equipe de desenvolvimento dos fornecedores.

No modelo de Rozenfeld et al. (2006) ainda são definidas quais são as atividades a serem realizadas pelos fornecedores durante as fases de Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para a Produção e no Lançamento do Produto.

2.1.5 Comentários a respeito do PDP

Para um desenvolvimento de produto ser bem sucedido é essencial à integração desse processo com as funções e outros processos empresariais envolvidos na realização de atividades ou suprimento de informações para o PDP. Isso requer que o tempo, a comunicação, a disponibilização de informações e o conteúdo das atividades nas várias áreas estejam coordenados e que as ações tomadas nas funções apoiem-se mutuamente, tendo em vista as metas do projeto. E isto vale para a integração de fornecedores.

O principal motivo para se integrar os fornecedores ao PDP é o de compartilhar informações de maneira antecipada utilizando-se da experiência dos fornecedores (PETERSEN et al., 2005).

Fazendo uma análise 5W1H (o quê, onde, quando, o porquê, quem e como) do envolvimento dos fornecedores em um processo colaborativo de desenvolvimento de produtos, pode-se afirmar que em relação ao:

- ▶ *What* (o quê) – A atividade está clara, que é o fornecedor deve participar do PDP e o que deve ser feito em cada fase;
- ▶ *Where* (onde) – O fornecedor deve participar junto ao cliente seja de maneira física ou virtualmente (através da internet);
- ▶ *When* (quando) – Durante as fases do PDP (Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação para a Produção e no Lançamento do Produto);
- ▶ *Why* (o porquê) – Para reduzir o *time to market* e os custos, ainda melhorando a qualidade;
- ▶ *Who* (quem) – A empresa cliente e seus fornecedores;
- ▶ *How* (como) – Esta sim ainda é uma questão aberta. Como fazer este envolvimento?

Para resolver o problema, muitos autores, inclusive Rozenfeld et al. (2006), sugerem o uso de sistemas PLM (*product lifecycle management*), que são um conjunto de ferramentas de gestão de todo o ciclo de vida de produtos, para realizar a integração com os fornecedores. Seria o “como” fazer a colaboração. Porém o que a realidade mostra é que a dita integração de fornecedores é realizada através do uso de sistemas de auxílio à engenharia, as ferramentas CA’s (*computer aided*), durante o PDP. As ferramentas mais conhecidas são o CAE (*computer aided engineering*), CAD (*computer aided design*), CAM (*computer aided manufacturing*), CAPP (*computer aided process planning*), o EDM (*electronic data management*) e o PDM (*product data management*).

As ferramentas sugeridas para as atividades de envolvimento dos fornecedores, utilizadas principalmente na fase de planejamento do produto são bastante genéricas (técnicas de gerenciamento de projeto, técnicas de inteligência competitiva, plano de vigilância tecnológica e outras). Existe ainda muito por fazer no sentido de métodos e ferramentas para dar suporte ao processo de negócio “desenvolvimento de produto”, principalmente quando se considera a cadeia de suprimentos.

O envolvimento dos fornecedores nas fases iniciais é fundamental para o projeto de uma cadeia de suprimentos. No entanto, várias questões sobre este envolvimento continuam sem respostas. Petersen et al. (2003, 2005) vêm estudando quais práticas gerenciais afetam a

efetividade da equipe de desenvolvimento de produto e quando os fornecedores devem ser envolvidos no processo.

A eficiência do envolvimento do fornecedor no PDP pode reduzir o custo e o tempo de desenvolvimento. Com a introdução de mudanças nas fases iniciais de projeto aumentando a comunicação entre a empresa e o fornecedor, com a separação das tarefas de desenvolvimento, a separação em módulos e subsistemas.

A efetividade do envolvimento do fornecedor no PDP está relacionada com a redução de custos do produto e aumento do valor do produto para o cliente. Com a utilização de práticas de projeto para manufatura, qualidade e confiabilidade dos componentes, materiais alternativos e possibilidades para padronização dos componentes.

Os trabalhos divulgados nos últimos anos sempre enfatizam os efeitos da participação do fornecedor no processo de desenvolvimento de produtos. Porém estes trabalhos em geral tratam pouco do processo de envolvimento do fornecedor, sua aplicação, métodos e ferramentas que auxiliem o processo de envolvimento do fornecedor no desenvolvimento de produtos.

Existem outros trabalhos recentes de relevância, porém desenvolvidos no sentido da coordenação, durante o PDP, da cadeia de suprimentos (RUNGTUSANATHAM e FORZA, 2005; HUANG et al., 2005; SRIRAM e SINHA, 2005; SU et al., 2005; PETERSEN et al., 2005; FINE et al., 2005; BLACKHURST et al., 2005; FIXSON, 2005; FORZA et al., 2005). O foco destes trabalhos normalmente recai sobre o projeto e otimização de plataformas de produtos e de cadeias de suprimentos.

Quando o processo de desenvolvimento de produto da empresa tem uma proximidade maior com os fornecedores, o fluxo de informações entre os dois processos torna-se mais complexo do que se estivesse somente em uma empresa. Essa relação pode assumir diferentes graus de interação em função do grau em que os fornecedores se responsabilizarem por atividades e partes do desenvolvimento do projeto.

A literatura ainda mostra que são muitos os problemas sociais como foi destacado por Petersen, Handfield e Ragatz (PETERSEN et al., 2005) devido à falta de uma maior integração entre os elos da cadeia de suprimentos.

2.2 Cadeia de Suprimentos e Supply Chain Management

O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação vem derrubando as barreiras de entrada em diversos setores industriais e propiciando o surgimento de novas configurações de modelos de negócios das empresas e possibilitando a formação de redes de negócios sem fronteiras geográficas. Tudo isso leva a um aumento da competição entre as empresas de várias nacionalidades por mercados agora mais amplos. Na medida em que os mercados se tornam mais competitivos, as empresas precisam buscar formas mais criativas de atender às necessidades de seus clientes. A cadeia de suprimentos passou a ser parte essencial da boa gestão de negócios porque somente a eficiência interna não é suficiente num mercado cada vez mais interligado. Essa nova realidade nos negócios gerou uma maior conscientização nas empresas quanto à importância do gerenciamento da cadeia de suprimentos e incentivou o aprofundamento das pesquisas sobre o tema.

2.2.1 A importância da SCM

Reduzir os estoques e oferecer maior qualidade no serviço logístico não é suficiente. A exigência passa por se reduzir custos e prazos no ciclo do pedido. Para que isto ocorra, é necessário que as empresas utilizem amplamente a tecnologia da informação. Outra forma também utilizada é a terceirização de atividades que não sejam o verdadeiro negócio da empresa, voltando os esforços para a competência essencial da empresa e criando parcerias com fornecedores e clientes.

As expectativas das empresas quando decidem implantar o conceito também são altas. Vários são os benefícios esperados com a implantação da SCM. Para Fleury et al. (2000), os benefícios incluem a redução dos custos operacionais, a melhoria da produtividade dos ativos, a redução dos tempos de ciclo, a redução dos custos de estoque, de transporte e de armazenagem, maior rapidez nas entregas, mais personalização da produção, tudo isso acarretando aumento de receitas. Por todos esses benefícios, o autor defende que a SCM não é apenas um modismo, mas sim algo que pode ser usado como diferencial competitivo.

Os principais impulsionadores para a adoção do *Supply Chain Management* são: estoques altos, serviços ineficientes aos clientes e custos excessivos nas atividades da cadeia, uma vez que respostas rápidas ao consumidor final, estoques mínimos ao longo de toda a cadeia e baixos custos associados à produção e distribuição são fontes de vantagem competitiva em qualquer cadeia de suprimento (BARUT et al., 2002).

A competição atual não é mais entre empresas, mas sim entre cadeias de suprimentos. O grande desafio, portanto, é integrar todos os elos da cadeia, de tal forma que os objetivos estratégicos sejam alcançados (CHRISTOPHER, 1997).

Um detalhe importante relativo à SCM, e que é bem ressaltado por Lambert e Cooper (2000), é que o desenvolvimento do tema dentro da área acadêmica tem-se dado em uma velocidade menor do que o avanço de suas práticas no ambiente empresarial. Isto significa que a academia tem sido mais seguidora do que líder nesse desenvolvimento, existindo assim uma relativa carência de teoria e melhor estruturação do conhecimento na área.

Para evitar algum erro de interpretação, a melhor recomendação é sempre considerar como sendo a SC todos os elementos (empresas) que colaboram (agregam valor) no atendimento do cliente final, independentemente de esses elementos estarem à montante ou a jusante de empresa (empresa foco).

2.2.2 O Conceito de Supply Chain Management

Não existe na literatura um marco histórico definindo o surgimento do termo *Supply Chain Management (SCM)*. Além deste marco (data), também não existe um conceito fechado para a SCM. Ainda existem diversas visões que podem ser encontradas na literatura, faltando comum entre as diferentes visões, o que dificulta a integração do conhecimento (Pires, 2004).

Por ser um tema que faz parte da renovação da logística, a SCM possui uma bibliografia ainda recente, porém os resultados alcançados com essa nova ferramenta fazem com que o mesmo seja alvo de estudos, seminários, pesquisas, simpósios e divulgação dos casos de sucesso. Apesar dos vários benefícios que podem ser alcançados pela implementação da SCM, poucas são as empresas que o implementaram até hoje.

Muitas são as definições para a SCM. Cada uma tem alguma particularidade, mas se, analisada de maneira conceitual, elas seguem uma mesma linha.

O conceito de *Supply Chain Management* ou Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos começou a se desenvolver no início dos anos 90 e ainda hoje, são poucas as empresas que conseguiram implantá-lo com sucesso. No Brasil, o conceito teve maior destaque no final dos anos 90 com uma evolução da logística.

Segundo Christopher (1997), logística “é um processo com o qual se dirige de maneira estratégica a transferência e armazenagem de materiais, componentes e produtos acabados, começando dos fornecedores, passando através das empresas, até chegar aos consumidores”.

Já o *Supply Chain Management* (SCM) é o esforço de coordenar os diversos canais de distribuição, por meio da integração de processos de negócios, interligando seus participantes através da administração compartilhada de processos-chave, envolvendo desde o consumidor final até o fornecedor inicial de matérias-primas (PIRES, 2004).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é o conjunto de práticas que visam à gestão e à coordenação de uma cadeia de suprimentos. Vai desde os fornecedores de matéria-prima até seu o seu cliente final, com objetivo de melhorar todo o processo produtivo ao longo da cadeia de suprimentos e não apenas de uma unidade de negócio (GUBI e HEIKKILA, 2003 apud SANTOS, 2006).

Segundo Mentzer et al. (2001), o gerenciamento da cadeia de suprimentos é o processo que coordena de forma sistêmica e estratégica as funções tradicionais dos negócios dentro de uma particular empresa, com o objetivo de melhorar o desempenho em longo prazo das empresas individualmente e da cadeia de suprimentos como um todo.

A literatura de gerenciamento da cadeia de suprimentos, embora nova, é bastante extensa. Apesar de algumas diferenças básicas, o conceito mais encontrado foi o do *Global Supply Chain Fórum* (LAMBERT et al., 1998), onde o SCM ou gerenciamento da cadeia de suprimentos é a integração dos principais processos de negócios desde o usuário final até os fornecedores, que fornecem produtos, serviços e informações que adicionam valor para os clientes e para outros *stakeholders* (LAMBERT et al., 1998).

Cooper et al. (1997) observam que alguns autores têm utilizado os termos SCM e logística como sinônimos, mas a necessidade de integração das empresas envolvidas na cadeia de suprimentos vai além das atividades logísticas. Para estes autores, a integração dos processos ao longo desta cadeia, que contempla desde o usuário final até os diversos fornecedores de produtos, serviços e informações que agregam valor para o cliente, é o que se chama SCM.

Para Fleury (1999), a SCM pode ser definida como o “esforço de coordenação nos canais de distribuição, através da integração de processos de negócios que interligam seus diversos participantes”. Helms et al. (2000) definem a SCM como sendo o gerenciamento de uma cadeia que vai além das fronteiras da empresa, incluindo fornecedores e clientes.

Apesar de não haver uma unanimidade na definição de SCM, quatro elementos são comuns às diversas definições que se encontram na literatura:

- ▶ A SCM atravessa toda a cadeia de suprimento até o consumidor final, integrando e coordenando diversos estágios intra e interorganizacional;

- ▶ Envolve diversas organizações independentes;
- ▶ Inclui fluxo bidirecional de produtos (materiais e serviços) e informações; e
- ▶ Tem por objetivo fornecer valor agregado aos consumidores, através do uso apropriado dos recursos organizacionais, construindo vantagem competitiva para a cadeia como um todo.

A SCM não deve ser confundida com o conceito de logística, por ser uma evolução natural da mesma. De acordo com Novaes (2001), a evolução da logística pode ser dividida em quatro fases, sendo que a SCM se encaixa na quarta e última fase (mais recente), caracterizada pela integração estratégica e por um salto qualitativo da maior importância: a logística passa a ser tratada pelas empresas de forma estratégica para ganhar competitividade e induzir novos negócios. As razões básicas para esta nova perspectiva foram a globalização e o aumento da competição entre as empresas.

A base do gerenciamento logístico integrado está na ligação entre cada fase do processo, sendo que na medida em que os materiais e produtos se deslocam em direção ao cliente, os princípios da otimização devem ser adotados. A regra é maximizar o serviço ao cliente, ao mesmo tempo em que se minimizam os custos e se reduzem os ativos detidos no fluxo logístico. Neste contexto, a tecnologia da informação assume posição estratégica, processando as informações necessárias ao longo da cadeia.

O princípio básico da *Supply Chain Management* é medir o desempenho em toda a cadeia para aferir o sucesso coletivo no que tange ao atendimento eficaz ao usuário final. Por meio da SCM, como ferramenta do gerenciamento da cadeia de suprimentos, pode-se entender o que está acontecendo em cada etapa do processo produtivo, bem como possibilitar uma tomada de decisão no momento necessário. Para Giunipero e Brand (1996), a SCM é uma ferramenta gerencial estratégica que visa elevar a competitividade e o lucro das empresas por meio do aumento da satisfação dos clientes.

2.2.3 Fatores críticos na Implementação da SCM

A complexidade da implantação do conceito SCM é um dos fatores que explica o fato de poucas empresas com implementação efetiva do SCM.

De acordo com Fleury et al. (2000), não são poucos os desafios associados à implementação da SCM, envolvendo questões internas da empresa, assim como o gerenciamento de atividades relacionadas à cadeia como um todo, que vão além das fronteiras da empresa.

Svensson (2002) coloca que o SCM está ainda na infância e existe uma série de desafios a serem enfrentados.

De acordo com Cooper et al. (1997), os resultados buscados pela SCM não serão completamente alcançados se cada empresa pretender otimizar seus próprios resultados, em detrimento da integração de seus objetivos e atividades com os das organizações parceiras.

À complexidade gerencial envolvida na implantação da SCM, soma-se o fato de que a SCM requer investimentos significativos de tempo e dinheiro e que o retorno deste investimento não se dá automaticamente. Isto acaba por se tornar mais um problema a ser gerenciado, uma vez que é preciso administrar as expectativas de curto prazo dos acionistas e investidores quanto ao retorno do investimento realizado.

Para Cooper et al. (1997), o processo de integração da cadeia de suprimento deve ser feito em três passos.

- ▶ Identificar o tipo de parceiro que é crítico nas atividades que adicionam valor na cadeia e determinar um número gerenciável de parceiros para os recursos disponíveis.
- ▶ Entender a dimensão estrutural da rede para analisar e modelar as ligações da cadeia de suprimento. A redução do número de participantes diminui a complexidade da cadeia e facilita a integração.
- ▶ Entender as características das ligações entre processos na cadeia de suprimento.

Lambert e Cooper (2000) citam três tipos de elementos que devem ser observados na implementação da integração da cadeia de suprimentos:

- ▶ Os tipos de processos de negócios da cadeia - atividades que geram um produto específico que tenha valor para o cliente. Tais atividades são estruturadas e gerenciadas pelos componentes gerenciais.
- ▶ O tipo de estrutura da cadeia - definida pelas empresas que compõem a cadeia e da relação que existe entre elas.
- ▶ Os componentes gerenciais da cadeia - alguns componentes são comuns aos diversos processos de negócio e aos membros da cadeia de suprimentos. O gerenciamento destes componentes comuns é o importante porque determinam como os processos e a cadeia de suprimentos serão estruturados e gerenciados.

Na SCM, muitos aspectos devem ser considerados. Lambert et al. (1998) identificaram alguns componentes gerenciais que devem receber especial atenção por parte das empresas que enfrentam o desafio da implantação da SCM. Os componentes foram divididos em dois grupos: componentes técnicos e físicos, mais fáceis de serem mensurados e componentes gerenciais e comportamentais, mais intangíveis e difíceis de serem mensurados e controlados.

Apesar da importância dos elementos técnicos associados à implementação da SCM, Lambert e Cooper (2000), acreditam que as empresas que focarem o gerenciamento dos componentes técnicos e físicos do processo estarão fadadas ao insucesso, uma vez que os componentes gerenciais e comportamentais definem o processo organizacional, influenciando a implementação dos primeiros.

Nesta mesma linha de entendimento, Bovet e Thiagarajan (2000), afirmam que “ao projetar o modelo da cadeia de suprimentos, é preciso pensar não só na infra-estrutura e nos recursos físicos, mas também nos recursos humanos, nas medidas de desempenho e nos sistemas de informação”.

O sucesso da SCM requer uma força de trabalho preparada para atuar sob diversas circunstâncias. Tracey e Smith-Doerflein (2001) destacam a importância da dimensão humana e de políticas de treinamento para o sucesso da SCM, uma vez que todos na organização devem trabalhar juntos para tornar a cadeia de suprimentos eficiente. Sincronizar a cadeia de suprimentos é tão dependente das pessoas envolvidas quanto dos processos e tecnologias utilizados. Para ganhar vantagem competitiva sustentável, não basta apenas investir em tecnologia de informação, já que em muitas situações há necessidade do julgamento humano. Selecionar e utilizar a tecnologia de informação apropriada, aprimorar a eficácia individual, criar valor através da colaboração e gerar flexibilidade organizacional são fatores críticos para a SCM. Para cada um destes elementos, os autores acreditam que deve haver um treinamento correspondente para dar suporte à implementação (TRACEY E SMITH-DOERFLEIN, 2001).

Outro grande desafio da implementação da SCM é superar resistências das pessoas às mudanças tanto de comportamentos há muito tempo estabelecidos quanto das formas de trabalho, normalmente individualistas. Para se gerar e manter uma cadeia de suprimentos eficiente é necessário, além de políticas de treinamento adequadas, o gerenciamento do conhecimento dentro das empresas. Esta tarefa vai além do investimento em tecnologia de informação e envolve criar organizações que aprendem (*learning organizations*), onde novas e mais amplas formas de pensar são encorajadas e as pessoas estão continuamente se aprimorando e aprendendo (TRACEY e SMITH-DOERFLEIN, 2001).

Ao implementar a SCM, as organizações devem procurar levar o conceito para cada uma de suas áreas funcionais. Isto requer mudanças culturais para dar suporte aos conceitos inerentes à SCM (HELMS et al., 2000).

Croxton et al. (2001) acreditam que vários são os fatores de sucesso para a implementação da SCM. É necessário o apoio e o comprometimento dos líderes com a mudança, a compreensão do grau de mudança que é necessário, a concordância quanto à visão da SCM e seus processos-chave e o comprometimento, por parte das empresas, de recursos e *empowerment* para alcançar os objetivos.

Para Lambert e Cooper (2000), se os componentes gerenciais e comportamentais não estiverem alinhados, reforçando um comportamento organizacional que apóie e suporte o processo de integração, os resultados esperados podem não ser alcançados e a cadeia pode se tornar menos competitiva e lucrativa. O sucesso do processo de integração da cadeia de suprimento passa pelo entendimento destes fatores e das interligações que existem entre eles.

Dentre os componentes técnicos e tecnológicos que devem ser adequadamente gerenciados, destaca-se a estrutura física do fluxo de informações. A implementação da SCM requer uma coordenação que vai além das fronteiras da empresa, incluindo a integração de processos e funções dentro da empresa e ao longo da cadeia. O gerenciamento da informação disponível aos diversos membros da cadeia torna-se um fator estratégico.

A comunicação eficiente ao longo da cadeia depende de uma infra-estrutura que só se tornou economicamente eficaz e amplamente difundida com o advento da Internet, apesar da necessidade de padronização dos padrões. Para Novaes (2001), na implementação da SCM são necessários altos investimentos em tecnologia da informação, já que em muitos casos as empresas possuem sistemas autônomos que não conversam entre si e que são utilizados nas atividades rotineiras de operação e de controle. A realidade obriga as organizações a terem sistemas integrados de gestão, os quais representam uma das principais ferramentas para a implantação da SCM.

Nesta mesma linha de entendimento, Moore (1998) argumenta que as empresas devem lançar mão da tecnologia para desenvolver novas formas de comunicação e parceria. Este entendimento é compartilhado por Min e Zhou (2002), que acreditam que um dos direcionadores críticos do sucesso da implantação da SCM é a tecnologia da informação por possibilitar a integração dos dados e o compartilhamento mais eficiente de informação entre os parceiros da cadeia de valor.

De maneira geral os autores defendem a necessidade de uma análise adequada da cadeia de suprimento antes de se decidir pela implantação de um sistema de comunicação e informação. Apesar da adoção de uma solução tecnológica para iniciar o processo de integração da cadeia de suprimentos ser uma decisão importante, existe a necessidade prévia de desenvolver uma visão sistemática sobre como funciona um sistema eficiente de gerenciamento da cadeia.

Para Handfield e Nichols Jr (2002), a implantação de um sistema de informação não deve ser visto como uma solução milagrosa para a integração da cadeia de suprimento. A flexibilização da estrutura da empresa também é importante. A automatização de uma estrutura rigidamente hierárquica pode causar maior complexidade e ineficiência na empresa

2.2.4 Práticas do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos com Fornecedores

As empresas têm passado por um processo de desverticalização. Isto para que a empresa foque nas suas competências chaves ou essenciais, em inglês, *core competences* (PRAHALAD e HAMEL, 1990). Obrigatoriamente para que isso aconteça, as empresas devem ter fornecedores confiáveis. Esta necessidade pode levar a empresa cliente a ter de desenvolver seus fornecedores.

Segundo Mcdermott e Handfield (2000), desenvolver um fornecedor é qualquer atividade no sentido de melhorar o desempenho ou capacidade do fornecedor no curto, médio ou longo prazos.

Ainda segundo Mcdermott e Handfield (2000), estudos realizados nas indústrias automotiva e eletrônica, mostraram que as compras representaram mais de 50% dos seus custos produtivos. Devido à importância do assunto e da dificuldade no desenvolvimento de fornecedores, muitos estudos foram conduzidos com o objetivo de entender melhor como são estabelecidos os relacionamentos entre empresas.

As principais práticas em SCM onde os fornecedores desempenham papel fundamental são o: *Outsourcing* (subcontratação), o *Contract Manufacturing* (subcontratação da manufatura) e o *Early Supply Involvement* (envolvimento dos fornecedores no desenvolvimento de produtos).

2.2.4.1 Outsourcing

No passado as empresas não tinha de quem comprar componentes manufaturados para agregar aos seus produtos. Cada empresa estava preocupada somente com a “sua” produção. Não tinha tempo para prestar serviços a outras empresas. Era a época da indústria tradicional, verticalizada (produção em massa).

Com o crescimento da indústria japonesa, com a disseminação no ocidente das técnicas japonesas de produção, ficou claro ao mundo que parte da produção de uma empresa poderia ser passada aos seus fornecedores (SANTOS, 2006). Isto gerava ganhos em qualidade, flexibilidade e custos.

Devido ao acirramento da competição internacional no final da década de 90, as empresas estavam praticamente obrigadas a focar seus esforços naquilo que lhe dava mais retorno.

Pires (2004) define *outsourcing* como “uma prática em que parte do conjunto de produtos e serviços utilizados por uma empresa é fornecida por uma empresa externa, num relacionamento colaborativo e interdependente”.

A lógica de passar atividades e processos realizados internamente para fornecedores faz com que recursos possam ser liberados para concentrar nos negócios principais da empresa cliente.

O *outsourcing* também pode trazer riscos às empresas quando não bem implementado. Pires (2004) aponta seis fatores que dificultam a implementação do *outsourcing*. São eles:

- ▶ Inexistência de fornecedores adequados;
- ▶ Fortes resistências internas à mudança;
- ▶ Falta de um modelo adequado para mensurar adequadamente os custos do *outsourcing*;
- ▶ Perda de credibilidade e imagem da empresa no caso de uma falha da qualidade do fornecedor;
- ▶ Perda da competência, perda de controle sobre o processo de criação de potenciais competidores.

A opção pelo *outsourcing* implica em uma série de novos desafios, mas, em contrapartida, pode proporcionar uma série de novas oportunidades de negócios às empresas envolvidas (PIRES, 2004).

Uma vez implementado o *outsourcing*, este precisa ser gerenciado. Pires (2004) coloca que a gestão do *outsourcing* é uma atividade contínua e dinâmica, sempre seguindo as bases que regem as parcerias conduzidas com sucesso. Fatores como confiança mútua, existência de canais ágeis e claros de comunicação e a competência técnica do fornecedor tendem a ser fundamentais no sucesso do empreendimento.

2.2.4.2 Contract Manufacturing

O *Contract Manufacturing* é um caso clássico de *outsourcing*. Ao mesmo tempo em que muitas empresas decidiram (ou se viram forçadas) a concentrar seus esforços nos seus negócios principais (*core business*) e promover um intenso repasse de processos/atividades, também prosperaram muitos fornecedores que se especializaram em fabricar produtos ou

componentes que, não foram desenvolvidos por eles. Esses fornecedores, que têm sido rotulados de *Contract Manufacturers* (CM), ou produtores sob contrato, têm como principal característica o fato de serem “sem marca”, ou seja, eles não colocam a marca da sua empresa e sim a do cliente no produto ou componente produzido (PIRES, 2004).

O uso dos CM tem crescido em diversos setores. Os exemplos de sucesso aparecem em um grande número de publicações, principalmente nos segmentos eletrônico (destaque para as empresas Flextronics, Celestica, Solectron, entre outras), produtos alimentícios (com os produtos marca própria, por exemplo, de um supermercado ou rede atacadista) e higiene pessoal (que também segue o modelo dos produtos alimentícios).

Pires (2004) coloca que alguns estudos mostram que existem questionamentos a cerca do por que os CM não lançam produtos com suas próprias marcas. Para que isso acontecesse, os CM teriam que aprender a conquistar e se relacionar com o cliente final, que normalmente é sempre mais difícil, arriscado e caro, além de ter que rever o seu negócio (*core competence e business*).

2.2.4.3 *Early Supply Involvement (ESI)*

O envolvimento dos fornecedores desde a fase inicial do projeto do produto (ESI) é uma prática que se expandiu muito durante a última década no contexto da SCM.

Esta prática (ESI) começou na indústria automotiva japonesa durante a década de 70. Chegou ao ocidente juntamente com as técnicas da manufatura enxuta (Womack et al., 1990). A base deste trabalho colaborativo é conhecido no Japão como *keiretsu*.

Este envolvimento inicial dos fornecedores no desenvolvimento de produtos torna-se mais necessário e produtivo em alguns setores industriais, normalmente de alta tecnologia (automóveis, aviões, navios, computadores, etc.).

Segundo Bidault et al. (1996), os fatores que têm levado estas indústrias a adoção do ESI são três: as pressões advindas do ambiente externo, as regras sociais e industriais vigentes e as opções da empresa. A figura 12 ilustra a inter-relação entre os três grupos de fatores descritos. O que motiva uma empresa, por ela mesma a adotar tal prática, é o melhor desempenho da sua operação, seja em custo, prazo ou qualidade.

Bidault e Butler (1995 apud PIREs, 2004) propõem cinco níveis de envolvimento do fornecedor na parceria.

- ▶ 1º Nível (*design supplier* - desenvolvimento conforme o projeto): o fornecedor recebe do cliente as necessidades técnicas (em termos de produto e processo) e fornece o produto ou componente no padrão do sub-contrato tradicional;

- ▶ 2º Nível (*design shared* – projeto compartilhado): o fornecedor leva alguns inputs e feedback ao cliente em termos de projeto, incluindo melhorias em custo e qualidade.
- ▶ 3º Nível: o fornecedor participa significativamente na concepção do produto com base nas especificações técnicas da empresa cliente.
- ▶ 4º Nível: com base em especificações técnicas e estudos de viabilidade, o fornecedor assume a responsabilidade pelo projeto do componente desde a concepção até a manufatura. Os direitos de propriedade do desenvolvimento podem ficar tanto com o fornecedor como com o cliente;
- ▶ 5º Nível: com base em especificações técnicas, o fornecedor assume total responsabilidade pelo projeto do componente desde a concepção até a manufatura. Nesse caso o direito de propriedade pelo desenvolvimento fica de posse do fornecedor.

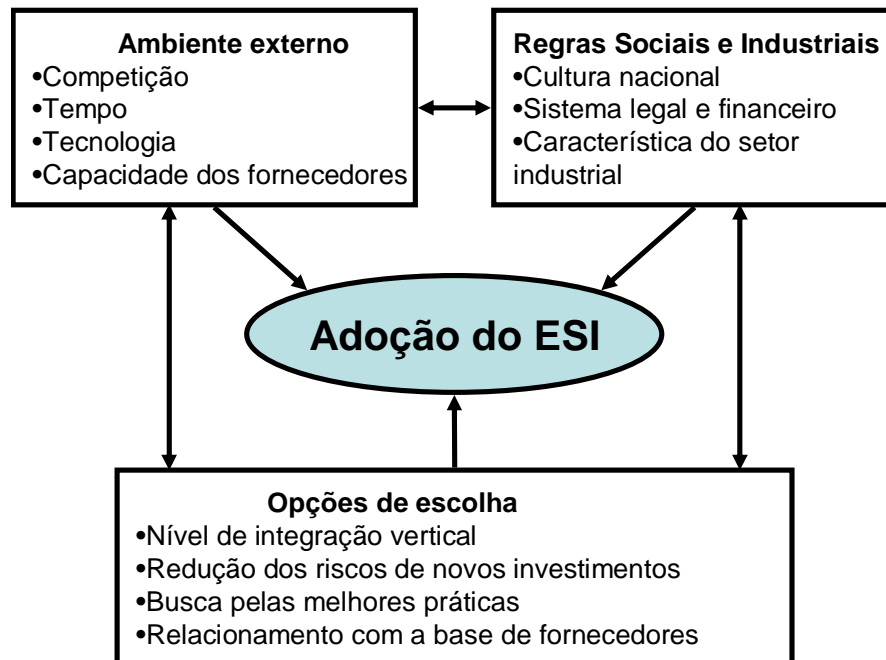


Figura 12 - Fatores importantes na adoção do ESI. Fonte: Bidault et al. (1996)

O trabalho de Wynstra e Pierick (2000) apresenta um modelo cujo objetivo é auxiliar nas decisões a respeito da adoção do ESI, ilustrado na figura 13. Apresenta as quatro opções de envolvimento do fornecedor. O modelo proposto distingue quatro tipos de envolvimento dos fornecedores a partir da definição de duas variáveis: risco do desenvolvimento do projeto por parte do fornecedor: de forma geral, representa o risco de o cliente ter problemas com a decisão de repassar o desenvolvimento do produto ao fornecedor; nível de responsabilidade do fornecedor: o qual representa o nível de responsabilidade delegada ao fornecedor para o desenvolvimento parcial ou total do produto ou componente.

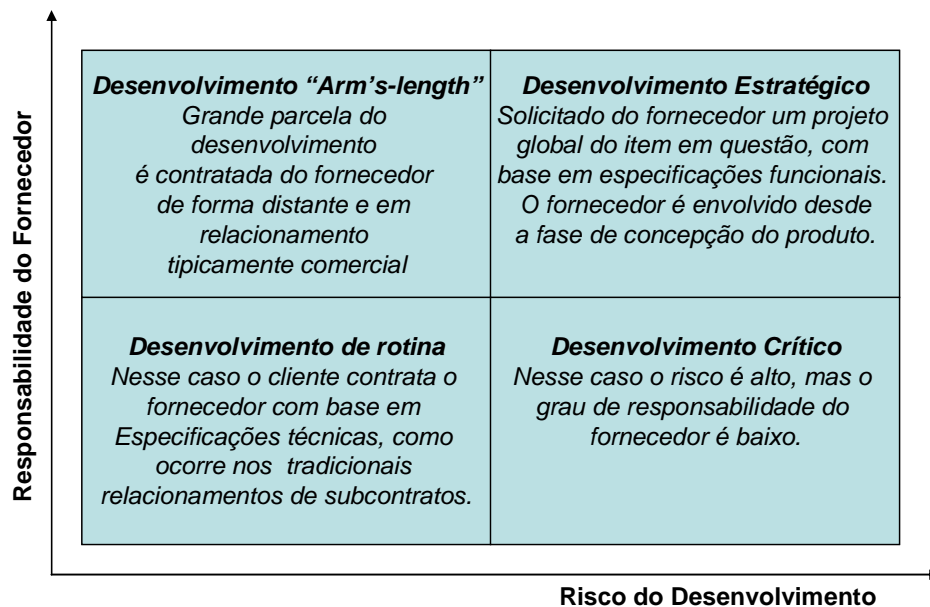


Figura 13 - Quatro opções de envolvimento do fornecedor. Fonte: Adaptado de Wynstra e Pierick (2000).

Baseado em cinco níveis de envolvimento entre clientes e fornecedores Calvi et al. (2001), apresentam um outro modelo baseado no trabalho proposto por Wynstra e Pierick (2000). O objetivo deste modelo é auxiliar na descrição dos elementos críticos que influenciam na problemática do envolvimento do fornecedor e também no como gerenciar o envolvimento colaborativo entre o fornecedor e a empresa (figura 14).

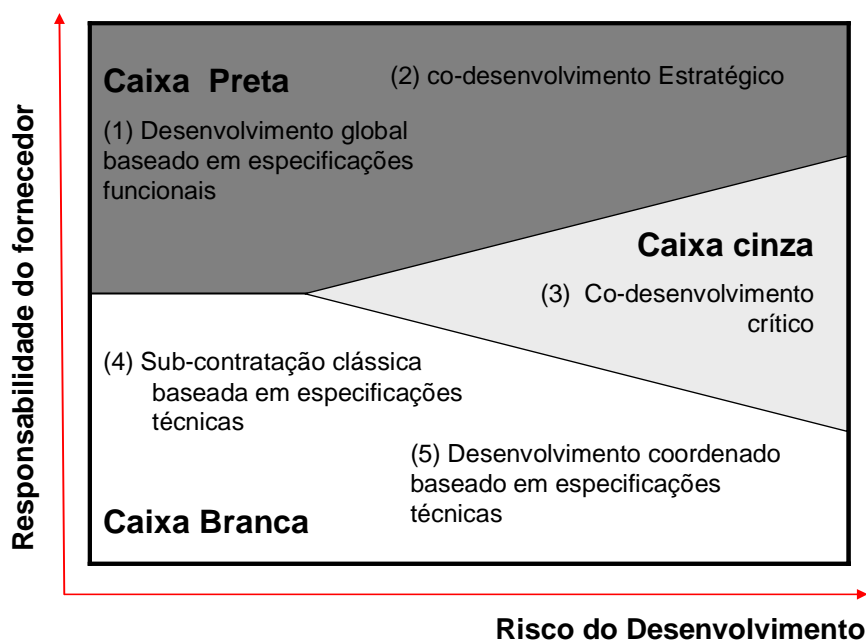


Figura 14 - Cinco possíveis tipos de envolvimento do fornecedor. Fonte: Calvi et al. (2001).

Os cinco possíveis tipos de envolvimento do fornecedor identificados são:

- ▶ Desenvolvimento global baseado em especificações funcionais: é situação chamada de caixa preta, onde o fornecedor tem alta autonomia no desenvolvimento de produtos e componentes. O projeto do produto é passado para o fornecedor baseado nas especificações de desempenho desejadas pelo cliente. Nesta situação o cliente não possui a habilidade para fazer uma supervisão do trabalho do fornecedor. A coordenação e o controle do trabalho são realizadas por eventos (*milestones*) e cumprimento de acordos prévios. Neste caso se tem uma situação de baixo risco de desenvolvimento e alta autonomia do fornecedor.
- ▶ Co-desenvolvimento estratégico: representa a situação de alta autonomia do fornecedor e de alto risco no desenvolvimento, por isso leva o adjetivo de estratégico. Envolve a decisão de fazer ou comprar e as questões das competências essenciais da empresa, ou seja, envolve a estratégia de *outsourcing* da empresa. Esta opção também é rotulada de co-desenvolvimento porque a extensão dos riscos requer uma comunicação real entre fornecedor e cliente, para que se possam esclarecer as necessidades do cliente e acompanhar o desenvolvimento do projeto. É o caso da maioria dos atuais fornecedores de sistemas e módulos.
- ▶ Co-desenvolvimento crítico: está posicionado entre os relacionamentos caixa preta e caixa branca, ou seja, a caixa cinza. É caracterizado por alto risco do desenvolvimento e um nível intermediário do fornecedor no desenvolvimento do produto. Neste caso o fornecedor e o cliente não possuem conhecimento e habilidade em suas empresas para desenvolver o produto. Nas fases iniciais do projeto do produto (projeto conceitual) as empresas parceiras têm que enfrentar as incertezas com relação ao processo, bem como grande ambigüidade sobre as tarefas a serem conduzidas por cada uma das empresas, a definição de quem faz o quê?
- ▶ Sub-contratação clássica baseada em especificações técnicas: esta situação é caracterizada por um baixo risco de desenvolvimento e baixa autonomia do fornecedor. O relacionamento é dirigido pelo cliente sem muito espaço para qualquer influência do fornecedor. O cliente determina as especificações técnicas da compra e o fornecedor procura atendê-las da melhor forma possível com base na sua capacidade de produção. Esse tipo de relacionamento é comum no desenvolvimento de produtos padronizados.
- ▶ Desenvolvimento coordenado baseado em especificações técnicas: é caracterizado pelo alto risco de desenvolvimento e baixa autonomia do fornecedor. É o relacionamento usado para peças simples, cujo projeto continua internalizado com a empresa cliente mas sujeito

a alterações nas suas especificações durante o desenvolvimento. Assim, se o cliente introduz modificações com impactos no componente do fornecedor, o mesmo deve ser informado sobre o ocorrido.

A responsabilidade do fornecedor aumenta que a caixa vai “escurecendo”. Com o aumento da integração no sentido da coordenação o fornecedor passa a ser um agente mais ativo (figura 15).

Sem integração	“Caixa Branca”	“Caixa Cinza”	“Caixa Preta”
Nenhuma integração ou participação do fornecedor.	Integração informal do fornecedor. O comprador consulta os fornecedores sobre seu projeto.	Integração formal do fornecedor. Atividades conjuntas no desenvolvimento entre comprador e fornecedor	O projeto é realizado pelo fornecedor atendendo especificações de performance do comprador

Aumento da responsabilidade do fornecedor



Figura 15 – Responsabilidade do fornecedor. Fonte: Petersen et al. (2005)

Calvi et al. (2001) lembram que um ponto fundamental do ESI não é somente o envolver o fornecedor desde a fase inicial do produto, mas também a definição da forma que este envolvimento se concretiza.

A participação do fornecedor nos projetos de desenvolvimento de produto pode ajudar a reduzir custos, reduzir o tempo de desenvolvimento, melhorar a qualidade e fornecer tecnologias inovadoras que podem ajudar capturar espaço no mercado. No entanto a integração do fornecedor com sucesso, envolve um grande número de variáveis. Questões que incluem: estrutura da rede, grau de responsabilidade para o projeto, responsabilidades específicas no processo assentamento das necessidades, quando envolver o fornecedor no PDP, comunicação entre empresas, acordos de propriedade intelectual, membros dos fornecedores na equipe de projeto, alinhamento dos objetivos organizacionais entre fornecedor e cliente (SANTOS, 2006).

Segundo Handfield e Nichols Jr. (2002), os fornecedores podem ser inseridos em diferentes fases do desenvolvimento do produto (figura 16). Isto dependerá do fornecedor e da importância estratégica do item fornecido.

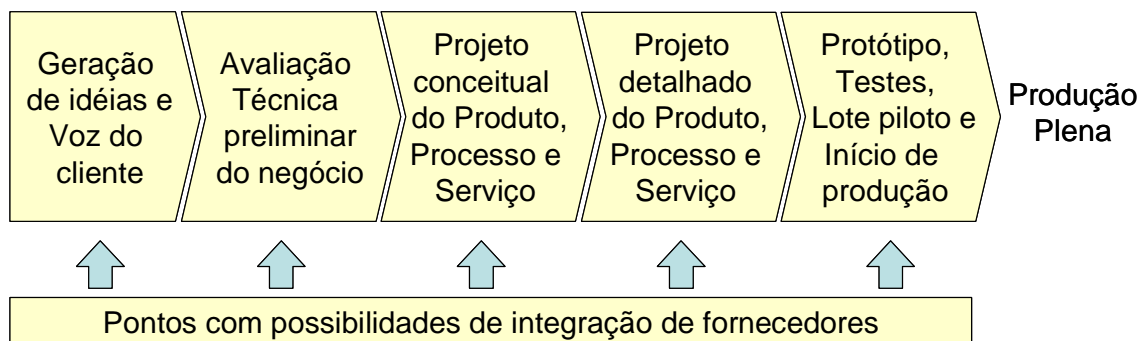


Figura 16 – Possíveis pontos de integração do fornecedor. Fonte Petersen et al. (2005).

Embora seja um assunto com um bom potencial, a literatura mostra que ainda são muitos os problemas, principalmente sociais, no envolvimento de fornecedores devido à falta de uma maior integração entre os elos da cadeia de suprimentos (PETERSEN et al., 2005).

2.2.5 Comentários a respeito de Cadeias de Suprimentos e SCM

Pires (2004) coloca que hoje existe, praticamente, uma unanimidade a respeito dos benefícios que uma adequada parceria pode proporcionar às empresas envolvidas, principalmente em termos do aumento do desempenho e competitividade no geral.

Com base na revisão da literatura foi possível perceber que o grande assunto do momento é o *outsourcing*. No passado as empresas não tinham de quem comprar componentes manufaturados para agregar aos seus produtos. Cada empresa estava preocupada somente com a “sua” produção.

O *outsourcing* pode assumir as mais variadas formas. São vários os nomes para o contexto de parceria. Com relação a parcerias e integração de processos, Bowersox et al. (2000 apud PIRES, 2004) lembram que, enquanto a integração entre processos tem já recebido alguma atenção na década de 90, muita oportunidade ainda permanece em termos de integração externa com parceiros de negócios (*trading partners*).

A literatura mostra que o envolvimento do fornecedor no PDP ainda é algo novo. Muitas vezes o assunto é tratado de maneira superficial. Faltam trabalhos no sentido de “como” se fazer o envolvimento de fornecedores.

Uma das lacunas encontradas na literatura foi em relação ao conceito e da prática do ESI (envolvimento dos fornecedores nas fases iniciais de projeto). De acordo com os conceitos da prática do ESI, os fornecedores estariam sendo envolvidos nas fases iniciais do projeto do produto. No entanto, aspectos culturais, econômicos e ambientais (contexto onde estão inseridas as empresas) e a dinâmica do mercado abordada por Fine (1999), relacionada à

vantagem competitiva das empresas (envolvendo a decisão de fazer ou comprar), mostra que esta prática nem sempre pode ser implementada como preconizada pelas indústrias japonesas. Uma importante lacuna encontrada em relação às parcerias (envolvimento de fornecedores no PDP) foi em relação a métodos e ferramentas que auxiliem o processo de envolvimento dos fornecedores no PDP. Existe carência, embora muitas tecnologias de informação sejam sugeridas em muitos trabalhos de pesquisa.

De maneira geral, os trabalhos que se propuseram ao desenvolvimento de ferramentas computacionais, tentaram tratar o problema por completo, que é complexo. O resultado são ferramentas complexas e com pouca aplicação prática quando se fala em inserir empresas à prática da colaboração com fornecedores (HUANG et al., 1999, 2003a, 2003b e 2005; HUANG e MAK, 1999, 2000 e 2003; REZAYAT, 2000a, 2000b; BOARDMAN e CLEGG, 2001; FORZA e SALVADOR, 2002; CHOY et al., 2002).

Mesmo quando são considerados os aspectos da gestão da cadeia de suprimentos e logística nas fases de projeto produto e processo, existem dificuldades em envolver o processo de desenvolvimento no projeto na cadeia de suprimentos (SIMCHI-LEVI et al., 2003). Novamente aponta-se para o que precisa ser feito, não esclarecendo o como fazer.

Com base nas informações levantadas neste capítulo, além das lacunas levantadas, busca-se iniciar o delineamento das fronteiras da pesquisa. Uma questão que parece permear toda a dificuldade da implementação e gestão da cadeia de suprimentos é a comunicação. Trata-se de uma base para que um processo de parceria se estabeleça.

Para Pires (2004) um dos principais elementos de uma parceria é a comunicação. E coloca a comunicação como elemento vital da parceria e deve ser executada com o objetivo de se compartilhar toda informação que seja útil e/ou de interesse da parceria. O atual estágio de desenvolvimento da Tecnologia de Informação permite acesso praticamente instantâneo às informações dos parceiros a um preço cada vez mais acessível.

Vollmann et al. (1997) sugere algumas regras básicas a respeito de parcerias. Entre estas regras existem duas muito interessantes:

- ▶ Desenvolver uma estrutura de trabalho (*framework*) para fortalecer os fornecedores e clientes, atribuindo decisões e responsabilidades para o local onde reside o conhecimento;
- ▶ Desenvolver canais de informação múltiplos e em vários níveis com os parceiros.

Estes canais de informação são necessários e são básicos para um processo de colaboração entre parceiros (clientes e fornecedores). Neste momento, torna-se necessário explorar um pouco o assunto colaboração, sendo esta necessária em um PDP numa Cadeia de Suprimentos.

2.3 Colaboração

Reconhecendo a complexidade do atual ambiente empresarial, com a crescente pressão por menores tempos de desenvolvimento, vários autores enfatizam a necessidade de novos conceitos organizacionais. Entre estes conceitos está o trabalho colaborativo, mais especificamente a engenharia de colaboração, ou simplesmente colaboração.

Neste item são tratados os conceitos relativos à colaboração, além da sua relação com o processo de desenvolvimento de produtos.

O tema colaboração já foi tratado anteriormente no Grupo de Engenharia de Produto e Processo (GEPP) no trabalho: “REQUISITOS E ARQUITETURA PARA SISTEMAS DE APOIO à COLABORAÇÃO NAS FASES INICIAIS DO PROCESSO DE PROJETO”, tese de doutorado de Marcelo Gitirana Gomes Ferreira (GOMES-FERREIRA, 2006). Este trabalho apresenta uma boa revisão sobre o tema.

Colaboração, de maneira geral, pode-se afirmar que existe quando um grupo de pessoas se junta voluntariamente para realizar uma determinada tarefa e, desta forma, atingir uma determinada meta que satisfaz a todas as pessoas envolvidas nesta tarefa (GOMES-FERREIRA, 2006). Ainda, a colaboração é bem sucedida, quando se realiza em grupo algo que não poderia ser realizado individualmente (KVAN, 2000).

A colaboração frequentemente é confundida com cooperação. Quando se trata a questão do trabalho em grupo, uma questão que deve ficar clara é essa diferença entre colaboração e cooperação. Kvan (2000) afirma que o fato de se trabalhar em equipe não torna o trabalho colaborativo. A colaboração requer um sentido maior de trabalho em equipe de forma a se alcançar um resultado criativo holístico. Trata-se de uma atividade mais complexa, difícil de ser estabelecida e de ser mantida. Não se trata de simplesmente realizar um projeto em equipe, o que caracteriza a cooperação.

Colaborar é ir além de compartilhar informações. De acordo com Barros (1994 apud GEROSA, 2006), colaborar (co-labore) significa trabalhar junto, que implica no conceito de objetivos compartilhados e uma intenção explícita de criar alguma coisa nova ou diferente através da colaboração, se contrapondo a uma simples troca de informação ou de instruções.

Na literatura, é comum encontrar os termos colaboração e cooperação sendo usados indistintamente. Alguns pesquisadores diferenciam-nos de acordo com o grau de divisão do trabalho (DILLENBOURG, 1999; ROSHELLE e TEASLEY, 1995; BRNA, 1998 apud GEROSA, 2006). Na cooperação, os membros do grupo executam tarefas individualmente e

depois combinam os resultados parciais para obter o resultado final. Na colaboração, os membros dos grupos trabalham juntos em um esforço coordenado (GEROSA, 2006). Brna (1998 apud GEROSA, 2006) classifica a colaboração como um estado e a cooperação como um dos processos necessários para estar no estado de colaboração.

Conseqüentemente, quando dois ou mais colegas se reúnem, eles podem se engajar em alguma troca rotineira de informações; ou podem realmente se comunicar entre si; ou eles podem mesmo acabar se engajando em uma confrontação (dar e receber) altamente absorvente e sinérgica que resolva uma necessidade comum, ou em outras palavras, em uma colaboração intensa (MILLS, 1998).

Outra importante questão é que a colaboração vai muito além da comunicação e do compartilhamento de informações. Mills (1998) esclarece que existe diferença entre a colaboração, a comunicação e o simples compartilhamento de informações. A colaboração, a comunicação e o compartilhamento de informações, apesar de envolverem o compartilhamento de recursos, eles não produzem os mesmos resultados, nem são feitos para isto.

Quando se trata da questão de troca de informações, um aspecto também importante dentro da colaboração é o da confiança. Kvan (2000) coloca que um maior comprometimento das pessoas com um objetivo compartilhado e, para acontecer, requer um maior nível de confiança.

Para Mills (1998), o compartilhamento de informações é uma atividade rotineira que está preocupada com a transferência de recursos. Normalmente altamente automatizado, o compartilhamento de informações não se preocupa em como os recursos serão utilizados, nem mesmo se serão corretamente compreendidos. O conceito de coordenação também está relacionado ao compartilhamento de informações. Já a comunicação estende o conceito do compartilhamento de informações em algo mais ativo, que objetiva a criação de um entendimento compartilhado, sem, no entanto, se preocupar se este entendimento vai ser ou não utilizado para a criação de um produto ou para a resolução de um problema. Na colaboração, por fim, o ato de transferir recursos é algo secundário em relação ao seu objetivo maior: a criação de um entendimento compartilhado que culmine na criação conjunta de um produto ou na resolução conjunta de um problema.

Na verdade, não existem linhas que dividam de forma absoluta os conceitos de colaboração, comunicação e compartilhamento de informações. Mills (1998) comenta que a real

cooperação não ocorre até que se ultrapasse o limiar do simples compartilhamento de informações para o estágio de assistência ativa, que denota a real comunicação, e então se progrida para a colaboração, ou interação perseguida e proposital.

2.3.1 A colaboração no Desenvolvimento de Produtos

No contexto do desenvolvimento de produtos, a colaboração objetiva o compartilhamento de experiências, idéias, recursos e responsabilidades entre os participantes da equipe de projeto, com o objetivo de reduzir custos e o *time to market*.

Atualmente, para desenvolver produtos, usam-se times interdisciplinares de especialistas com diferentes campos de conhecimento, trabalhando juntos e usando ferramentas de desenvolvimento rápido de desenhos e protótipos (STEINHEIDER, 2000).

Para o trabalho em equipe ou grupos, é necessária a integração do trinômio CCC (Comunicação, Cooperação, Coordenação) para o compartilhamento dos conhecimentos. Esse conceito foi proposto por Steinheider (2000). Segundo o mesmo autor, unir, em um mesmo projeto, especialistas de campos de conhecimento completamente distintos pode levar a frustrações, pois cada um deles tende a concentrar-se na sua especialidade.

O compartilhamento de informações, ainda que básico, não é tarefa fácil. Segundo Steinheider (2000), para estimular o compartilhamento do conhecimento entre todos os envolvidos, devem existir programas de treinamento e integração, além de uma coordenação forte e que avalie e divulgue o progresso das atividades para os membros da equipe.

A boa colaboração no processo de desenvolvimento (de produtos) é importante por diversas razões. A identificação tardia de problemas no processo de desenvolvimento demanda muito tempo e dinheiro. A participação de todas as pessoas relevantes pode impulsionar a inovação e conseqüentemente aumentar a probabilidade de sucesso do produto, o que por sua vez pode levar a uma mudança nas fronteiras organizacionais de modo a aprimorar as relações cooperativas (KRISTJANSSON et al., 2003).

A boa colaboração pode aprimorar a manufaturabilidade e a qualidade do produto, reduzir os custos de projeto, aprimorar o *time to market*, gerar aquisições internas e reduzir o número das custosas ordens de modificação tardias. Ela ajuda na incorporação de idéias nas fases iniciais do processo de projeto e desta forma leva o produto certo da primeira vez e no prazo para o mercado (KRISTJANSSON et al., 2003).

Novas ferramentas e métodos colaborativos mudarão o trabalho das pessoas dentro das organizações. Segundo Kristensen (2003), enquanto algumas pessoas serão capazes de alavancar e estender as suas capacidades usando estes novos métodos e ferramentas colaborativas, outras se sentirão menos confortáveis nas novas estruturas organizacionais que emergem. Considera-se necessário definir novas rotinas e comportamentos e transformar isto em uma mudança de mentalidade e de atitudes de trabalho.

O desenvolvimento de projetos colaborativos é que está crescendo em popularidade, embora ainda exista uma falta de entendimento a respeito das questões que afetam o processo (OSTERGAARD e SUMMERS, 2003). Muitas ferramentas têm sido desenvolvidas para facilitar a comunicação de idéias e informações dentro das equipes colaborativas de projeto. Porém os requisitos de troca de informações das equipes ainda não foram plenamente explorados. Conseqüentemente, essas ferramentas podem ser inadequadas ou pobremente direcionadas.

Dentre essas ferramentas uma que vem ganhando destaque é a engenharia colaborativa. A engenharia colaborativa é definida por Mills (1998) como “a aplicação de práticas de colaboração em equipe nos empreendimentos de desenvolvimento de produtos de uma organização.”

Também conhecida como desenvolvimento colaborativo de produtos, a engenharia colaborativa se alicerça na natureza das equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos introduzidas no domínio da engenharia concorrente (simultânea). Em essência, é o casamento da engenharia concorrente ou simultânea com o conceito de colaboração em equipe altamente eficaz e bem suportada, que inclui não apenas o ato da colaboração em si, mas também a infra-estrutura e o ambiente que a torna possível e a desenvolve (GOMES-FERREIRA, 2006).

A engenharia colaborativa é uma evolução dos princípios e práticas da engenharia concorrente ou simultânea. Enquanto a engenharia concorrente (ou simultânea) focaliza aspectos organizacionais do processo de desenvolvimento de produtos (estruturação cuidadosa de produtos, fluxos de trabalho, equipes e organizações), a engenharia colaborativa se preocupa preponderantemente com a criação de um ambiente que permita a colaboração mais efetiva entre os participantes deste processo (Mills, 1998).

Segundo Gomes-Ferreira (2006), existe outro importante diferencial da engenharia colaborativa com relação à engenharia simultânea. A engenharia simultânea focaliza

principalmente a integração intra-empresa, abordando a integração com fornecedores e clientes de forma mais pontual. Já a engenharia colaborativa, utiliza uma abordagem mais ampla, de redes de empresas, incluindo novas dimensões tal como a distribuição geográfica.

Os processos de desenvolvimento de produtos se caracterizam fundamentalmente por um grande número de participantes trabalhando em conjunto em um ambiente distribuído no espaço e tempo. Tempo e espaço são as duas dimensões usualmente utilizadas na categorização do trabalho colaborativo e das tecnologias que lhe dão suporte (BAUMBERGER et al., 2003).

	Mesmo tempo “síncrono”	Tempo diferente “assíncrono”
Mesmo local “co-locado”	<i>votação, suporte a apresentações</i>	<i>computadores compartilhados</i>
Local diferente “distância”	<i>vídeo e fone- conferências, chat</i>	<i>e-mail, workflow</i>

Figura 17 – Dimensões da colaboração. Fonte: Brink (1998).

Além do tempo (quando) e espaço (onde), outros aspectos da colaboração existente em uma empresa influenciam o processo de desenvolvimento de produtos. Existe, por exemplo, colaboração entre os membros dos diversos departamentos funcionais da empresa (gestão, finanças, elétrica, mecânica, *software*, entre outros) e também entre os elementos da sua cadeia de suprimentos (fornecedores e clientes, diretos ou indiretos). A colaboração existente entre os participantes do ciclo de vida do produto (marketing, projeto, manufatura, montagem, uso, descarte, entre outros) é pré-requisito para o estabelecimento da engenharia simultânea (GOMES-FERREIRA, 2006).

2.4 Soluções para o DP Colaborativo

No mundo inteiro as empresas continuam procurando meios para competir com mais eficiência e obter sucesso em seus próprios mercados. Um importante componente da estratégia da maioria das empresas é a melhor utilização das tecnologias de informação para facilitar rapidamente mudanças no processo que permitam abordar seus desafios e conquistar uma vantagem competitiva.

Empresas que desenvolvem produtos e necessitam da colaboração em cadeias de suprimentos resolvem os seus problemas através do uso de diversos tipos de soluções, que podem ser agrupadas da seguinte forma: soluções experimentais (frutos de projetos de pesquisa), soluções comerciais voltadas ao desenvolvimento de produtos (específicos) e sistemas comerciais para colaboração (não específicos). Neste tópico são apresentadas as principais ferramentas e suas características. Ao final do tópico é apresentado um mapeamento tecnológico para o desenvolvimento de sistemas de colaboração.

2.4.1 Soluções experimentais para o DP em cadeias de suprimentos

No meio acadêmico, trabalhos recentes de relevância têm sido desenvolvidos no sentido da coordenação, durante o PDP. O trabalho conduzido por Gomes-Ferreira (2006) tratou a questão da colaboração no desenvolvimento de produtos (projetos conceituais). Três soluções foram apresentadas o *PCT*, o *DiDEAS* e o *ProDefine* na sua revisão sobre trabalhos anteriores. Apresentou ainda uma nova proposta de sistema, o *GEPP-Net*. Embora as soluções não tratem o desenvolvimento de produtos por completo, as tecnologias utilizadas são interessantes. Outro aspecto importante é que não fica explícita a utilização dessas ferramentas em cadeias de suprimentos. O trabalho é distribuído, porém não necessariamente entre empresas distintas.

Existem outros trabalhos que tratam a questão do PDP em cadeias de suprimentos. O foco destes trabalhos, relacionando PDP e SCM, normalmente recai sobre o projeto e otimização de plataformas de produtos e de cadeias de suprimentos. Algumas soluções são muito interessantes como o *WeBid* (HUANG e MAK, 2000; HUANG et al, 2003a; HUANG et al, 2003b), o *E-Web* (REZAYAT, 2000), o *ISMT* (CHOY et al, 2002a), o *ISRMS* (CHOY et al, 2002b), o *Internet-based Product Customization System for CIM* (YANG et al, 2004) e o *Product Configuration and Inter-firm Co-ordination* (FORZA e SALVADOR, 2002).

Na seqüência as soluções são brevemente apresentadas, focando no conceito e aplicação das ferramentas.

2.4.1.1 PCT

Desenvolvido na Universidade de Syracuse (New York), o *PCT (Product Conceptualization Tool)* é um sistema computacional protótipo que se destina a auxiliar a concepção colaborativa de produtos. De acordo com os seus criadores: “Esta ferramenta, em conjunto com uma ferramenta de videoconferência, facilita o desenvolvimento, refino e seleção de concepções de projeto através de um esforço colaborativo” (GOMES-FERREIRA, 2006).

Para a primeira fase do processo de projeto de um produto, aquela que envolve a coleta e a disseminação dos requisitos do produto entre os participantes da equipe de projeto, foi desenvolvida (em *HTML*) um formulário de coleta de requisitos. Este formulário pode ser acessado por qualquer cliente do projeto a fim de submeter os seus requisitos através da *Web*.

Após a coleta e disseminação dos seus requisitos, inicia-se a concepção do produto, propriamente dita. Para isto, diversas técnicas podem ser adotadas. O *PCT* se vale fortemente da busca e da combinação de idéias e concepções anteriormente desenvolvidas. Tais informações podem também ser armazenadas pelo projetista na sua base interna de dados do produto para futuras referências.

2.4.1.2 DiDEAS

Desenvolvido na Universidade de Stellenbosch (África do Sul) por Schueller, o *DiDeas (Distributed Design Assistant)* é um sistema protótipo para o desenvolvimento de produtos (projeto conceitual) que, nas palavras do autor: “guia a equipe de projeto distribuída sistematicamente através das fases iniciais do projeto mecânico”. Este sistema é na verdade uma evolução colaborativa de um sistema individual anteriormente desenvolvido na mesma universidade: o *Design Assistant – DEAS* (GOMES-FERREIRA, 2006).

O *DiDeas* se apresenta conceitualmente dividido em três segmentos que interagem e se complementam. O segmento “metodologia de projeto” apresenta uma metodologia que guia os projetistas através do projeto conceitual e oferece ferramentas para a geração e a avaliação de concepções. O segmento “comunicação e transferência de informações” coordena a comunicação entre os projetistas geograficamente distribuídos e provê uma plataforma para o intercâmbio de dados relacionados ao projeto: requisitos dos consumidores, idéias, esboços, comentários e decisões. Ambos os segmentos fazem uso do terceiro segmento: um “serviço de suporte para os vários equipamentos de entrada de informações”.

2.4.1.3 *ProDefine*

Desenvolvido por Huang, Lee e Mak na Universidade de Hong Kong, o sistema protótipo *ProDefine* se destina a suportar, através da Internet, a colaboração em uma equipe virtual de projeto, durante a fase de definição inicial do produto. De acordo com os seus criadores: “membros de diferentes disciplinas podem se conectar ao *ProDefine*, não importando se eles trabalham ao mesmo tempo ou em diferentes localidades. O sistema ajuda a superar as dificuldades causadas pela distância geográfica e pelas diferenças de fuso horário em uma equipe distribuída” (GOMES-FERREIRA, 2006).

2.4.1.4 *GEPP-Net*

Trata-se de um protótipo de sistema computacional de apoio à colaboração no desenvolvimento de projetos conceituais de produtos, desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina por Gomes-Ferreira (2006). O trabalho detalha toda a tecnologia utilizada no seu desenvolvimento. O *GEPP-Net* foi desenvolvido em *PHP* (*Hypertext Preprocessor*). O *PHP* foi escolhido por ser uma linguagem de programação orientada por objetos, gratuita, amplamente utilizada e, em função da sua simplicidade, de fácil aprendizagem.

Juntamente com o *PHP* foi utilizado o *MySQL*. O *MySQL* é um gerenciador de bancos de dados de código livre muito utilizado no mundo e trabalha em grande sintonia com o *PHP*. Para o processamento no lado do cliente foram utilizados o *HTML* (linguagem padrão para criação de páginas estáticas na *Web*) e o *JavaScript* (linguagem de script mais utilizada atualmente para conferir dinamicidade no lado do cliente). O sistema *GEPP-Net* é executado em um servidor Apache que utiliza o *Linux* como sistema operacional.

2.4.1.5 *WeBid*

O *WeBid* é também uma iniciativa dos professores da Universidade de Hong Kong que verificaram a dificuldade das empresas praticarem a engenharia simultânea (desenvolvimento de produtos) no contexto de cadeias produtivas (HUANG e MAK, 2000; HUANG et al, 2003a; HUANG et al, 2003b). O sistema *WeBid* é uma solução *intranet/internet* suportada pela *Web* desenvolvida com tecnologia *Web*. O sistema se propõe a tratar quatro questões: o desenvolvimento de produtos orientado para a cadeia de suprimentos, o convite a possíveis fornecedores para participarem de um leilão (*bid*), a seleção de fornecedores e mecanismos de troca de informações. O grande foco deste sistema está no desenvolvimento de uma ferramenta para a seleção de fornecedores a partir de um portal de leilão eletrônico. O portal conta com formulários padronizados com critérios para a qualificação e seleção de fornecedores. Neste sistema ainda existe a possibilidade de compartilhamento de informações

digitais (desenho e arquivos). O *WeBid* é na verdade uma ferramenta de apoio à decisão (escolha de fornecedores).

2.4.1.6 E-Web

Desenvolvido em uma parceria entre a *SDRC (Structural Dynamics Research Corporation)* e a Universidade de Cincinnati, o *E-Web (Enterprise Web)* portal propõe o uso da *Web* para a integração entre o PDP e a cadeia de suprimentos (REZAYAT, 2000a e 2000b). A solução protótipo desenhada é muito interessante. Utiliza a tecnologia *Web*, com um sistema PDM (*Product Data Management*) em um portal, provido de ferramentas de interação. Este sistema ficou na fase de protótipo. Não foi encontrado nenhum trabalho do demonstre a continuidade do projeto.

2.4.1.7 ISMT

O *ISMT (intelligent supplier management tool)*, desenvolvido na Universidade Politécnica de Hong Kong, é uma ferramenta para realizar a seleção de fornecedores para o projeto de um novo produto (CHOY et al, 2002a). Para efetuar o *benchmarking* o *ISMT* utiliza Inteligência Artificial (IA) aplicando o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) ou *Case-Based Reasoning* (CBR) e Redes Neurais (RN).

A idéia básica do enfoque do Raciocínio Baseado em Casos é resolver um novo problema lembrando uma situação anterior similar, e, então, reutilizando informação e conhecimento daquela situação. Em vez de se basear unicamente em conhecimento generalizado acerca de um domínio de problemas ou de realizar associações lógicas ao longo de relacionamentos abstratos entre descritores de problemas e conclusões, o RBC é capaz de utilizar o conhecimento específico de soluções de problemas concretos, experimentadas anteriormente, denotada como casos.

O *ISMT* parte de uma especificação do novo produto a ser desenvolvido (NPD), escolhe potenciais fornecedores e realiza a comparação entre os fornecedores (RBC e RN). A decisão se dá baseada em experiências ou decisões (casos) anteriores. O *ISMT* é uma ferramenta de apoio à decisão.

2.4.1.8 ISRMS

O *ISRMS (intelligent customer-supplier relationship management system)*, assim como o *ISMT*, foi desenvolvido na Universidade Politécnica de Hong Kong (CHOY et al, 2002b). O *ISRMS* é uma ferramenta que busca em soluções ou decisões anteriores para resolver problemas novos no desenvolvimento de novos produtos. O projetista define as características

do produto e busca soluções anteriores, combinando processos e fornecedores. O sistema “casa” a necessidade ao fornecedor adequado utilizando experiências anteriores contidas em sistemas CRM (*Customer Relationship Management*) e SRM (*Supplier Relationship Management*). Também utiliza o Raciocínio Baseado em Casos (RBC) e Redes Neurais (RN). Assim como o ISMT também é uma ferramenta de apoio à decisão utilizando Inteligência Artificial (AI).

2.4.1.9 Internet-based Product Customization System for CIM

Esta ferramenta para customização de produtos via *Web* foi desenvolvida na Universidade de Chongqing (China). Via *Web* o cliente configura (customiza) o produto, seguindo um algoritmo que une as necessidades do cliente aos processos internos da empresa (YANG et al, 2004). Além do algoritmo e o sistema fornece ainda a possibilidade de colaboração. Com relação ao funcionamento do sistema, as atividades começam com o recebimento de uma solicitação de um cliente. Após o recebimento da necessidade o sistema avalia a capacidade de fornecimento e sugere soluções que poderão ser aceitas (neste caso soluções já produzidas) ou discutidas (neste caso soluções especiais). O objetivo central desta ferramenta é a redução na resposta ao cliente.

Um diferencial do produto é a integração com sistemas CAE/CAD/CAM/CAPP/PDM, o que permite a reutilização de soluções já produzidas. A aplicação foi desenvolvida e testada em uma empresa chinesa de produtos cerâmicos (jogos de chá).

2.4.1.10 Product Configuration and Inter-firm Co-ordination

O *PCIO* (*Product Configuration and Inter-firm Co-ordination*), desenvolvido na Universidade de Padova (Itália) é uma ferramenta para a configuração de produtos, no caso uma pequena empresa (ferramentaria) fabricante de moldes e matrizes (FORZA e SALVADOR, 2002). A idéia básica do sistema, disponibilizado em *CD-ROM* aos clientes, é auxiliar o cliente a projetar o seu produto seguindo um roteiro (algoritmo). O sistema desenha a estrutura de produtos, “ajusta” o produto ao processo e gera a orçamentação do produto. O funcionamento deste sistema, nesta aplicação, é facilitada pelo tipo de produto e processo da empresa, que desenvolve produtos parametrizáveis (produtos semelhantes). A ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de reduzir o tempo na geração de soluções e propostas aos clientes.

2.4.2 Soluções comerciais para o DP em cadeias de suprimentos

Nesta classe de ferramentas estão as grandes empresas de TI para o segmento empresarial, fornecedoras de sistemas CAD e de sistemas ERP.

Tanto o segmento das empresas CAD quanto o segmento das empresas ERP, conceituam suas ferramentas ou soluções, como soluções ou sistemas PLM.

O PLM (*product lifecycle management*) é o processo de gestão do ciclo de vida dos produtos, desde a concepção, desenvolvimento e manufatura, assistência e retirada do Mercado. É um dos quatro pilares da estrutura de Tecnologia da Informação das empresas. Toda empresa precisa gerenciar as informações de seus clientes (CRM - *Customer Relationship Management*), de seus fornecedores (SCM - *Supply Chain Management*), além da gestão dos próprios recursos internos (ERP - *Enterprise Resource Planning*). Empresas de manufatura, além dos processos internos, clientes e fornecedores, precisa gerenciar as informações relativas aos seus produtos.

Os sistemas PLM surgiram como uma evolução de ferramentas como o CAD, CAM e PDM, mas podem ser vistos como a integração destas ferramentas com métodos de trabalho, pessoas e os processos por todas as fases da vida de um produto.

Os sistemas PLM ou solução PLM é o nome dado a um conjunto de soluções que suportam a colaboração, gestão, disseminação e uso das informações do produto, do conceito à retirada do mercado, integrando pessoas, processos e informações (CIMDATA, 2008a).

Componentes de um ambiente PLM típico:

- ▶ Sistema de gerenciamento de dados do produto (PDM);
- ▶ Sistemas CAD/CAE/CAM;
- ▶ Sistemas de controle de manutenção para acompanhamento dos produtos;
- ▶ Sistemas de colaboração;

Com a utilização de um sistema PLM são esperados os seguintes benefícios:

- ▶ Redução do tempo de lançamento de produtos;
- ▶ Ganhos de produtividade em engenharia;

Reutilização de geometrias e informações.

Os principais fornecedores das ferramentas PLM são as seguintes empresas:

- ▶ Siemens (Siemens PLM Software)
- ▶ Dassault Systemes (ENOVIA)
- ▶ PTC - Parametric Technology Corporation (CoCreate)
- ▶ Oracle Corporation (Agile Software)
- ▶ SAP (SAP PLM)
- ▶ Centric Software (Product Intelligence™)
- ▶ MSC Software Corporation (SimEnterprise Solutions)

Não se dispõe de muita informação a respeito destes sistemas. O que existe são alguns artigos sobre soluções PLM (CIMdata) e informações obtidas no próprio site CIMdata e junto às empresas fornecedoras. O que é divulgado são informações mais gerais sobre as soluções, disponibilizadas em seus respectivos *sites*.

2.4.2.1 Siemens (Siemens PLM Software)

A solução da Siemens é líder mundial em soluções PLM. A Siemens, que adquiriu a EDS, além de ter um grande cliente cativo (General Motors) e outras grandes empresas americanas, conta qualquer estação CAD como uma estação de PLM, Hoje ela possui a maior fatia de mercado em assentos de trabalho. Possui mais de 4 milhões de licenças e por volta de 47000 clientes. A solução da Siemens (antes EDS), assim como outros fornecedores de CAD/CAM/CAE, incorporou a sua solução PLM junto a todas as outras soluções de engenharia de produto.

A linha de produtos inclui as seguintes soluções: o Siemens NX (pacote CAD/CAE/CAM para desenvolvimento de produtos), Siemens Solid Edge (pacote CAD para pequenas e médias empresas), Siemens Teamcenter (gestão do ciclo de vida), Siemens Tecnomatix (manufatura) e o Siemens PLM Components (interoperabilidade e padronização).

A solução Siemens NX trata-se de um pacote integrado de engenharia CAD/CAE/CAM, que viabiliza a um desenvolvimento integrado num ambiente de colaboração. O desenvolvimento integrado é contempla as seguintes fases: conceito, estilo, projeto, análise e simulação, ferramental e manufatura.

O Siemens Solid Edge é um conjunto de soluções CAD 3D (3 dimensões) para projetos complexos. Suas funcionalidades ajudam as empresas a migrar do nível 2D para 3D. Por esse motivo este *software* é voltado para pequenas e medias empresas.

O ambiente de colaboração fica por conta do Siemens Teamcenter. Esta solução suporta o desenvolvimento de novos produtos, desenvolvimento de produtos multiplantas, manufatura multiplantas, manutenção entre outras funções.

O Siemens Tecnomatix é um conjunto de soluções voltadas à manufatura. Inclui funcionalidades ligadas à manufatura de produtos, planejamento de montagem, otimização de plantas produtivas, planejamento de mão de obra, melhoria contínua e gestão da produção e do meio ambiente.

Por fim, a solução Siemens PLM Components suporta a interoperabilidade e padronização. Esta solução auxilia a troca de informações entre parceiros. É comum as empresas parceiras possuírem diferentes ferramentas de desenvolvimento de produtos (soluções CAD/CAE/CAM diferentes). Estas diferentes soluções devem se comunicar de uma forma padronizada.

Entre os clientes da solução Siemens PLM estão seguintes empresas: GM, Anheuser-Busch, Alcatel, Boeing, Caterpillar, Ericsson, Ford, Michelin, Pratt & Whitney, P&G, Samsung, TRW, Lockheed Martin e Volvo.

2.4.2.2 Dassault Systemes (ENOVIA)

Pioneira no mercado de *softwares* 3D desde 1981, a Dassault Systemes desenvolve e comercializa *software* e serviços de aplicação PLM, que oferecem suporte a processos industriais, proporcionando uma visão 3D completa do ciclo de vida dos produtos, desde a sua concepção até a sua manutenção e reciclagem. O portfólio da Dassault Systemes está composto pelos *softwares*: CATIA para desenho do produto virtual, SolidWorks para desenho mecânico 3D, DELMIA para produção virtual, SIMULIA para avaliação virtual, ENOVIA para o gerenciamento global e colaborativo do ciclo de vida, e o 3DVIA para reais experiências em 3D *on-line*.

A Dassault Systemes segue o mesmo modelo de desenvolvimento de negócio de soluções PLM da Siemens. Antes somente fornecedor de soluções CAD/CAE/CAM (Catia e Delmia), agregou funcionalidades PLM (Enovia). Recentemente adquiriu a MatrixOne (solução PLM). Hoje fornece ao mercado uma linha de produtos que se chama de ENOVIA Collaborative Product Lifecycle Management. Esta linha é composta por três soluções: ENOVIA VPLM, ENOVIA MatrixOne e ENOVIA SmarTeam.

As soluções combinadas ENOVIA (VPLM e SmarTeam) e ENOVIA MatrixOne (gestão de processos de negócios) formam solução completa de engenharia integrada. O ENOVIA VPLM fornece aplicações para o desenvolvimento de *mockups* digitais (DMU) e validação

rápida de desenhos conceituais (família de produtos CATIA). O ENOVIA SmarTeam viabiliza a distribuição dados de produtos em conteúdo digital (arquivos e imagens) baseado no CATIA. A solução para processos de negócios (ENOVIA MatrixOne) é voltada à gestão e automatização dos processos de desenvolvimento colaborativo de produtos. Faz a gestão de *BOMs*, relacionamento com fornecedores, gestão do portfolio de produtos, *E-Learning* e manufatura (DELMIA PLM).

Os clientes das soluções ENOVIA são grandes empresas. Destaque para GE, Bombardier Aerospace, Goodrich Aerostructures, Pratt & Whitney, Procter & Gamble, Philips, Johnson Controls, Toyota e Honda.

2.4.2.3 PTC (CoCreate)

A americana PTC, conhecida fornecedora de soluções CAD (Pro Engineer), adquiriu a alemã CoCreate (dezembro de 2007), até então proprietária da solução CoCreate PLM. A PTC até a aquisição da CoCreate possuía soluções CAD/CAM, CAE, PDM, ferramentas de visualização e de colaboração.

O CoCreate OneSpaceLive é um ambiente empresarial flexível e interligado em todo o planejamento do produto, desenvolvimento e as transições para a fabricação. O foco da solução está no projeto do produto, reuniões e compartilhamento de imagens dos projetos. A solução OneSpaceLive é composta de basicamente de três partes: plataforma 2D e 3D (gestão de especificações, desenhos e modelos), colaboração (conexão *real time* entre pessoas e empresas) e PLM (coordenação de processos ao longo do planejamento, desenvolvimento de produtos).

A nova solução PTC/CoCreate, em fase de integração, segundo a nova proprietária (PTC), será fruto da integração do OneSpaceLive da CoCreate com o PDS (*Product Development System*) da PTC, cobrindo todo o ciclo de vida de um produto.

A CoCreate possui uma base de mais de 5000 clientes, entre eles Canon, Fujitsu, HP, Matsushita Electric, NEC, Olympus e Seiko Epson.

2.4.2.4 Oracle Corporation (Agile Software)

A empresa americana Agile foi recentemente comprada pela Oracle, maior empresa de *software* do mundo (bancos de dados e sistemas ERP). A Oracle percebeu o crescimento do mercado PLM e caminhou nesta direção. Os pacotes de solução se apresentam em 3 formas: Agile 9, Agile Advantage e Cimmetry Collaborative Visualization.

A solução da Agile 9 inclui: PDM (Agile Product Data Management), engenharia colaborativa (Agile Engineering Collaboration), gestão de portfólio (Agile Product Portfolio Management), gestão de custos (Agile Product Cost Management), gestão da qualidade (Agile Product Quality Management), gestão de requisitos (Agile Requirements Management), gestão de configurações (Agile Configuration Management), gestão da assistência (Agile Maintenance, Repair & Overhaul) e gestão das características técnicas do produto (Agile Product Catalog). Todas essas soluções são suportadas pela plataforma Agile PLM baseada em padrões de sistema, protocolos de segurança e arquitetura.

O Agile® Advantage foi projetado para pequenas e médias empresas. Ele é composto por módulos previamente configurados que abrangem: gestão dos dados do produto (PDM), gestão da qualidade, gestão e controle de documentos, gestão de projetos, gestão de fornecedores, engenharia colaborativa e integração entre empresas.

Por fim há a solução Cimmetry Collaborative Visualization, especialmente desenvolvida para viabilizar o uso de sistemas CAD mecânicos (MCAD), eletrônicos (ECAD), em duas (2D) e três dimensões (3D) em cadeias produtivas. A solução Cimmetry disponibiliza informações tanto ao corpo técnico quanto administrativo (clientes, engenharia, compras, fornecedores, marketing, vendas e assistência), sem a necessidade do uso de sistemas CAD.

Acer, 3COM, Bayer, Dell Inc., Flextronics International, GE Medical Systems, Heinz, Johnson & Johnson, Lockheed Martin, McAfee, McDonald's, Philips, QUALCOMM, Sharp, Shell, Siemens, Tyco Healthcare e ZF, são algumas das empresas que utilizam a solução Agile.

2.4.2.5 SAP (SAP PLM)

A alemã SAP é mais conhecida no mercado como provedora de soluções ERP. Além do ERP a SAP também fornece outras soluções como o CRM (*Customer Relationship Management*), o SRM (*Supplier Relationship Management*), o SCM (*Supply Chain Management*) e também uma solução PLM (*Product Lifecycle Management*). A ferramenta PLM, conhecida como SAP PLM (*SAP Product Lifecycle Management*), se propõe a fornecer toda a integração necessária ao desenvolvimento e gestão do ciclo de vida de um produto. Entre as principais características e funções estão: a gestão de dados do produto (estrutura de produtos, roteiros de processos, documentação), gestão de projetos (planejamento e controle), a colaboração (engenharia colaborativa suportada pela *Web*), a gestão da qualidade do produto, entre outras. O SAP PLM utiliza padrões de sistema já consagrados no mercado, como o *HTML*, *XML* e

soluções *WAP* (*Wireless Application Protocol*), tudo para garantir flexibilidade e interoperabilidade.

A SAP é hoje a maior fornecedora de soluções ERP, com mais de 30% do mercado global e 90% das grandes empresas. Isto sem dúvida é o melhor argumento para um cliente SAP adotar uma solução PLM da própria SAP.

Entre os clientes da solução PLM estão grandes empresas como: Siemens Power Generation, Osram, Robert Bosch, Schindler, STIHL, Airbus, DaimlerChrysler, FAG, Anheuser-Busch, Compaq, BASF, Novartis, entre outras.

2.4.2.6 Centric Software (*Product Intelligence™*)

A empresa americana Centric Software é provedora do “Product Intelligence™”. São soluções desenvolvidas para atender aos mais diversos tipos de empresas (aeroespacial, automotiva, bens de consumo, equipamentos médicos, etc.). O “Centric’s Product Intelligence” é utilizado para o desenvolvimento e introdução de novos produtos, gestão da inovação, Six Sigma, e suprimento colaborativo. A solução da Centric inclui em seus módulos ferramentas para o gerenciamento do ciclo de vida de produtos, gerenciamento de projetos, apoio à decisão, automação de processos de negócio, gestão de portfolio de produtos, gestão de estruturas de produtos (*BOM’s*) entre outras funções. As soluções da Centric conectam-se a outros sistemas (CAD, CAE, PDM, ERP, SCM, etc.), disponibilizam ambientes virtuais para interação e fazem a gestão da documentação gerada no processo de desenvolvimento de produtos.

As soluções da Centric são utilizadas por empresas de grande porte, como por exemplo: Coleman, Timex, Ford, BMW, Volvo, Princeton, Iowa State University, entre outras.

2.4.2.7 MSC Software Corporation (*SimEnterprise Solutions*)

A MSC Software Corporation é uma empresa americana, provedora de soluções específicas para o desenvolvimento de produtos. Estas ferramentas são voltadas à solução de problemas complexos, como análises estáticas ou dinâmicas de um produto. Estas ferramentas realizam simulações de problemas de deformação, ensaios de impacto, estudos de movimento.

As soluções SimEnterprise (MSC SimDesigner, MSC SimXpert e MSC SimManager) integram designers, analistas de produto e processo, especialistas em simulação, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento de produtos através de ferramentas VPD (*virtual product development*). A ferramenta mais conhecida da MSC é o Nastran (ferramenta CAE).

Os principais clientes da MSC são grandes montadoras de veículos (Toyota, Honda e BMW) e de aviões (Boeing e Lockheed Martin).

2.4.3 Soluções comerciais para Colaboração

Existem no mercado diversas soluções comerciais para colaboração intra e inter empresas. A principal fornecedora deste tipo de solução é a IBM.

A IBM oferece uma grande variedade de produtos para Colaboração em tempo real e em equipes que pode ser usada independentemente. Eles estão disponíveis em múltiplos idiomas, fornecem suporte entre plataformas e adotam padrões. As soluções mais conhecidas são as seguintes:

- ▶ IBM Lotus Domino e IBM Lotus Domino Express
- ▶ IBM Lotus Workplace
- ▶ IBM Lotus Quickr
- ▶ IBM WebSphere

As soluções “Lotus” basicamente oferecem recursos de colaboração de classe global que podem ser implementados como uma infra-estrutura principal de *e-mail* e de planejamento corporativo, como uma plataforma de aplicativos de negócios. A idéia dos sistemas Lotus Domino é fornecer mais que trocas de *e-mail*. Alguns exemplos de aplicativos do Lotus Domino são:

- ▶ Processos de fluxo de trabalho que distribuem informação;
- ▶ Fóruns que facilitam comunidades de discussão, recursos humanos, aplicativos de garantia de qualidade e de CRM (Gerenciamento de Relação com o Cliente), acompanhamento do projeto, entre outros;
- ▶ Soluções de cadeia de suprimentos e de suporte ao cliente.

A IBM oferece uma solução para colaboração e mensagens para empresas que tenham menos de 1000 funcionários. Como todos os produtos certificados da IBM Software Express, o Lotus Domino Express foi projetado para uso em empresas de menor porte, e possui funcionalidades acessíveis, licenciamento simplificado e exigências de administração reduzidas.

O sistema IBM® Lotus Workplace™ é um sistema de mensagens instantâneas para negócios, reconhecimento de presença, conferência da *Web* e personalização de espaços de trabalho para equipes. Este sistema viabiliza conferências da *Web* para compartilhar documentos,

aplicativos ou todo um desktop. Trata-se de um espaço para centralizar e compartilhar informações usando a *Web*. O ambiente de trabalho é armazenado em um único servidor, de onde são disponibilizados documentos e aplicativos de negócios “em qualquer lugar”.

Existe uma solução mais avançada que a linha “Notes Domino” é o IBM Lotus Quickr. Trata-se de um aplicativo de negócios projetado para colaboração em equipe. Com Lotus Quickr, os usuários podem criar áreas de trabalho seguras na *Web*. Esta ferramenta oferece recursos de coordenação (equipes, projetos, tarefas e recursos), colaboração (discussões, edições, compartilhamento de documentos, artigos e atividades de rotina) e comunicação. Segundo a IBM, as empresas pequenas e médias podem tirar vantagem do pacote padrão do Lotus Quickr, ou podem facilmente customizá-lo para se adequar as exigências do seu negócio.

As ferramentas mais avançada da IBM para colaboração geral é a plataforma IBM WebSphere. Esta plataforma é composta por diversas soluções desenvolvidas com o objetivo de automatizar e integrar os processos de negócios para melhorar as eficiências operacionais. Permite a integração de aplicativos de negócios, como ERP, CRM, *E-Commerce*, Portal e de aplicativos *back-end*. Além da integração intra empresa, o IBM WebSphere viabiliza a integração com parceiros, fornecedores e clientes para interações de processo eficientes.

Todas essas soluções da IBM apresentadas são comercializadas através de venda de licenças com preços proporcionais ao número de usuários. Existe ainda a venda de contratos de manutenção e *upgrade* das soluções. Pequenas empresa podem utilizar as soluções “*express*”, que são mais baratas.

2.4.4 Caracterização das soluções existentes

O mercado de soluções para o desenvolvimento colaborativo de produtos é muito grande. Muito dinheiro é investido em soluções que tragam vantagens competitivas às empresas principalmente relativas à redução no tempo de resposta ao mercado.

Neste mercado de soluções, podem-se excluir em um primeiro momento as soluções experimentais, pois não estão disponíveis no mercado às empresas que desejam adotá-las. Essas soluções experimentais, embora muito bem conceituadas, tratam problemas complexos, alguns deles bem específicos. As ferramentas não são “configuráveis” para se ajustar às necessidades das empresas.

Restam dois tipos de soluções comerciais. As soluções PLM e as de colaboração geral. Por de trás das soluções PLM está o conceito PLM, que vai além de apenas “uma aplicação de

computador”. O PLM tem sido uma das principais iniciativas das empresas industriais e continua a ganhar força como a principal iniciativa focada nas melhorias relacionadas ao produto.

O mercado de soluções PLM está em grande expansão, com diversas empresas desenvolvedoras de sistemas PLM sendo adquiridas por grandes empresas do mercado de TI (SAP, Dassault Systemes, Siemens, PTC, Oracle, etc.)

Os conceitos PLM podem ser implementados tanto através de soluções específicas (PLM) quanto através de soluções genéricas de distribuição de trabalho e gestão de processos de negócios, desde que previamente configurados.

Este mercado, de soluções comerciais (PLM e genéricas), é dominado por grandes empresas de TIC (tecnologia de informação e comunicação).

No mercado de soluções específica e genéricas, existem as empresas focadas em sistemas de engenharia (sistemas CAD), em sistemas de gestão (ERP) e em tecnologia de informação em geral para a colaboração.

As soluções dessas grandes marcas, devido ao alto custo da aquisição e da consultoria de implantação, acabam disponíveis somente para empresas maiores (com alto faturamento). Existem algumas soluções “expressas” para o mercado de médias empresas. Não foram encontradas soluções voltadas às pequenas empresas. O mercado ainda está descoberto em termos de soluções para colaboração em desenvolvimento de produtos. As soluções existentes são caras e complexas, o que torna mais difícil o processo para as empresas que estão iniciando o caminho no sentido da colaboração. Praticamente não existem soluções em *software* livre. Durante a pesquisa foi encontrada somente uma ferramenta desenvolvida em *software* livre que já está descontinuada (*Mindquarry Open Source Collaborative Software*).

O foco das soluções PLM ainda está nos sistemas CAD/CAE/CAM e no compartilhamento de informações. O desenvolvimento de produtos acaba sendo distribuído e não colaborativo.

As soluções, tanto PLM quanto genéricas, usam a *Web* como meio de comunicação. Para funcionar a comunicação, os aplicativos devem estar instalados em todos os usuários. Não são utilizados portais, o que diminuiria sensivelmente os custos com sistemas. Existe uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções baseadas na *Web* usando portais. Na seqüência são apresentadas as tecnologias para o desenvolvimento de sistemas colaborativos baseados na *Web*.

2.5 Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas colaborativos

Antes de se falar em tecnologia para o desenvolvimento de sistemas colaborativos, dois assuntos devem ser abordados: *Internet* e *Web*.

A Internet nada mais é do que um conglomerado de redes em escala mundial de milhões de computadores interligados pelo Protocolo de *Internet* que permite o acesso a informações e todo tipo de transferência de dados. A *Internet* é a principal das novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs). Ao contrário do que normalmente se pensa, Internet não é sinónimo de *World Wide Web* (WWW).

WWW ou simplesmente *Web* é um sistema de documentos em hipermídia que são interligados e executados na Internet. Os documentos podem estar na forma de vídeos, sons, hipertextos e figuras. Para visualizar a informação, pode-se usar um programa de computador chamado navegador para descarregar informações (chamadas "documentos" ou "páginas") de servidores *Web* ("sites" em inglês ou "sítios" em português) e mostrá-los na tela do usuário. O usuário pode então seguir as hiperligações na página para outros documentos ou mesmo enviar informações de volta para o servidor para interagir com ele. O ato de seguir hiperligações é comumente chamado de "navegar" na *Web*.

O baixo custo e grande facilidade tornaram o trabalho colaborativo pela Internet mais fácil. O chat, rede social e mensageiro instantâneo são tecnologias que também utilizam a Internet como meio de troca de idéias e colaboração. Mesmo o correio eletrônico é tido atualmente como uma ferramenta de trabalho colaborativo. Ainda bastante usado em ambientes corporativo, vêm perdendo espaço entre utilizadores pessoais para serviços como mensagem instantânea e redes sociais devido ao dinamismo e pluralidade de opções fornecidas por esses dois.

Sistemas colaborativos ou sistemas cooperativos são sistemas de informação que fornecem suporte computacional a um time virtual organizado para executar uma dada tarefa ou processo. Time (ou equipe) virtual é um conjunto de pessoas, geograficamente dispersas ou não, selecionadas para fazer parte de um grupo temporário de trabalho que é formado para uma dada colaboração, guiado de acordo com objetivos e regras, referente a um dado processo (já formalizado ou não). Na seqüência são apresentadas algumas tecnologias para o desenvolvimento de sistemas colaborativos.

2.5.1 Groupware

As tecnologias de *groupware* ou sistemas de colaboração tornaram-se bastante populares com o crescimento da rede mundial de computadores.

Estes sistemas promovem a colaboração em uma equipe de trabalho de maneira geral. Não é uma ferramenta específica para as áreas de engenharia. Fazem isto utilizando duas tecnologias básicas de informática: sistemas de mensagens e banco de dados.

Os sistemas *groupware* permitem que os participantes de uma organização possam: gerenciar as suas contas de *e-mail*; armazenar e recuperar informações com o auxílio de poderosos gerenciadores de bancos de dados; agendar reuniões com o auxílio de agendas e calendários colaborativos; solicitar a execução de tarefas a colegas de trabalho (e também responder a solicitações); incluir informações e recursos em diretórios compartilhados pela equipe. A fim de assegurar a sua segurança, estes sistemas apresentam uma camada de autenticação do usuário, acima da camada de banco de dados (GOMES-FERREIRA, 2006).

O grande poder dos sistemas *groupware*, do ponto de vista colaborativo, reside na centralização das informações por eles armazenadas. Ninguém é excluído do acesso às informações, tal como ocorre freqüentemente nos sistemas de *e-mail* quando usados isoladamente. Para Mills (1998), os sistemas *groupware* são hoje o meio mais poderoso e eficaz para a colaboração remota, particularmente para grandes equipes dispersas ao redor do mundo.

Para Brink (1998), *groupware* é toda tecnologia desenvolvida para facilitar o trabalho em equipe. Pode ser utilizada na comunicação e na cooperação entre as pessoas, na coordenação de suas atividades, na negociação e na resolução conjunta de problemas. Embora tecnologias tradicionais, como o telefone, possam ser qualificadas como *groupware*, o termo é normalmente utilizado para se referir às tecnologias que se baseiam nas redes modernas de computadores, como o *e-mail*, os grupos de discussão, as videoconferências e os *chats*.

Coleman (1997) definiu *groupware* como qualquer tecnologia eletrônica destinada a suportar a colaboração entre as pessoas, o que inclui os sistemas de: *e-mail*, reunião eletrônica (EMS), conferência de entre *desktops* (DVC), *workflow* e reengenharia do processo de negócios (BRP). Existem doze categorias funcionais de tecnologias *groupware* apresentadas a seguir:

- ▶ Sistemas de correio eletrônico e comunicações: inclui os sistemas de *e-mail* e a infraestrutura para a comunicação.

- ▶ Agendas e calendários colaborativos: calendários (colaborativos) e produtos para o agendamento de reuniões e a coordenação de recursos.
- ▶ Sistemas de reunião eletrônica (EMS): compreende os sistemas para a realização de conferências em tempo real (locais e remotas), assim como sistemas de apresentação colaborativos.
- ▶ Conferência síncrona de dados: focalizando a interação síncrona (em tempo real), os produtos desta categoria de *groupware* armazenam documentos e permitem que as pessoas acessem e trabalhem simultaneamente nos mesmos.
- ▶ Conferências assíncronas: Permitem que as pessoas desenvolvam uma conversação descontínua ao longo do tempo: um encadeamento de mensagens, respostas e comentários.
- ▶ As mensagens podem ser públicas, tal como em um serviço de quadro de avisos, ou privadas.
- ▶ Manipulação de documentos em grupo: permitem que o grupo edite e gerencie coletivamente (colaborativamente) documentos, imagens e bancos de dados.
- ▶ *Workflow*: ferramentas para análise, diagramação e representação de fluxos de trabalho e também os produtos para o gerenciamento da rota de formulários eletrônicos.
- ▶ Utilidades *groupware* e ferramentas de desenvolvimento de *groupware*: utilidades para suporte ao trabalho em equipe e para o acesso remoto a outros computadores e ferramentas específicas para o desenvolvimento de aplicativos *groupware*.
- ▶ Serviços de *groupware*: serviços de suporte a colaboração.
- ▶ *Frameworks groupware*: esta categoria focaliza os produtos que ajudam a integrar ‘ilhas de colaboração’ para integração plena entre computadores com diferentes plataformas, sistemas operacionais, sistemas de *e-mail* e arquiteturas de rede.
- ▶ Aplicativos *groupware*: Aplicativos verticais que usam tecnologias colaborativas tanto para melhorar os processos como para apoiar a colaboração em ambientes de trabalho específicos.
- ▶ Produtos e aplicativos colaborativos baseados na Internet: Muitas funções colaborativas estão migrando para a *Web* e usam a Internet como entrada e saída, embora ainda utilizem ferramentas tradicionais de *groupware* em redes locais (*LANs*).

Dentre aqueles pesquisadores que adotam o termo *groupware* na sua forma ampla, surge constantemente um outro acrônimo *CSCW* (*Computer-Supported Cooperative Work* ou trabalho cooperativo auxiliado por computador) se referindo ao estudo do projeto, da adoção e da utilização de tecnologias *groupware*. Este é um termo utilizado em círculos acadêmicos para sumarizar o estudo do uso das redes de computadores no apoio ao trabalho em equipe.

O *CSCW* começou como um esforço de tecnólogos para aprender com economistas, psicólogos sociais, antropólogos, teóricos organizacionais, educadores e qualquer outra pessoa que possa lançar luz sobre as atividades em grupo (GRUNDIN, 1994).

O termo *groupware* faz referência às tecnologias que as pessoas utilizam para trabalhar em equipe, enquanto o *CSCW* se refere ao estudo do uso destas tecnologias pelas pessoas.

Os sistemas voltados ao desenvolvimento de produtos estão evoluindo em conceito e escopo. Destacam-se três tipos de sistemas: os sistemas EDM, os sistemas PDM e os sistemas PLM, sendo o terceiro uma evolução do segundo.

Agora são apresentadas as principais categorias de ferramentas e respectivas ferramentas na área de *Groupware* (O'BRIEN, 2004):

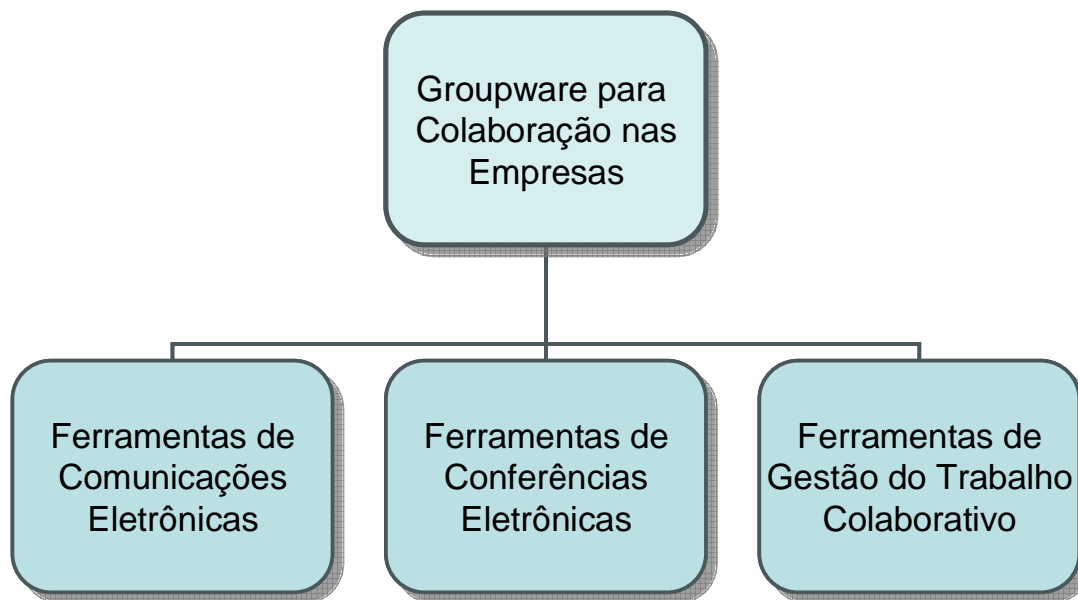


Figura 22 – Ferramentas para *Groupware*. Fonte: Adaptado de O'Brien (2004).

2.5.1.1 Ferramentas de Comunicações Eletrônicas

Em termos gerais, são ferramentas para as pessoas compartilharem arquivos e informações.

- ▶ *E-mail* (Correio Eletrônico);

- ▶ *Voice-mail* (Correio de voz), Telefone sobre Protocolo de *Internet* (Ex: Skype), Fax, *Pager*;
- ▶ Editoração de conteúdo na rede (Ex: *Blogs*, Orkut).

2.5.1.2 Ferramentas de Conferências Eletrônicas

Possibilitam a comunicação entre as pessoas quando se trabalha em grupo.

- ▶ Conferência por dados - Também conhecidas como *whiteboarding*, permitem compartilhar arquivos de forma que dois ou mais usuários remotos possam trabalhar em cima do mesmo arquivo simultaneamente. Ex: Netscape Conference e Microsoft NetMeeting.
- ▶ Conferência de voz - Permite a conversa remota entre dois ou mais usuários. Ex: Netscape conference, Microsoft NetMeeting, Skype, Messenger.
- ▶ Videoconferência - São ferramentas que permitem dois ou mais usuários conversar e se ver, em tempo real, simultaneamente.
- ▶ Teleconferência - Ferramentas que permitem grupos de usuários acompanharem e verem, em tempo real, o que outro determinado usuário fala/mostra. A participação dos usuários costuma ser na base de perguntas/respostas, mas sem que o usuário-fonte os veja. Exige menor infra-estrutura comparada à videoconferência, assim como seus custos são sensivelmente menores.
- ▶ Mensagens instantâneas - Ferramentas que permitem a conversa através de textos entre dois ou mais usuários remotos, em tempo real, simultaneamente. Ex: IRQ, ICQ, MSN Messenger.
- ▶ Fóruns de discussão - é uma ferramenta para páginas de *Internet* destinada a promover debates através de mensagens publicadas abordando uma mesma questão.

2.5.1.3 Ferramentas de Gestão do Trabalho Colaborativo

Softwares e ferramentas que auxiliam o gerenciamento de atividades em grupo.

- ▶ Agenda e Programação - para suporte à organização de reuniões em grupo, tais como Novell GroupWise e MS Exchange, que possibilitam pesquisar automaticamente o calendário eletrônico dos membros da equipe em busca de horários vagos, propor horários alternativos, programar reuniões, enviar agenda de reuniões, etc.
- ▶ Gestão de projetos - auxiliam o acompanhamento e controle de projetos colaborativos em termos, principalmente, de custos, tempos e recursos humanos envolvidos. Ferramentas

como Lotus Notes, produzem cronogramas, simulam mudanças nos prazos e inter-relacionamento entre atividades, geram relatórios e lembretes que podem ser enviados por *e-mail* às pessoas, gráficos, entre outras funcionalidades.

- ▶ Compartilhamento de Documentos - são ferramentas que ajudam na gestão dos documentos gerados e sendo produzidos durante colaborações. Possuem controle de acesso aos documentos, organização de diferentes versões e autorias, geração de relatórios de controle, entre outros.
- ▶ Gestão do Conhecimento - são ferramentas que ajudam na gestão do conhecimento gerado e sendo produzido durante colaborações. É uma área relativamente recente (*Knowledge Management*) e, apesar de já haverem produtos no mercado, está ainda em desenvolvimento.
- ▶ *Workflow* - O *Workflow* (fluxo de atividades) se preocupa em automatizar e coordenar atividades, onde informações e tarefas são passadas entre usuários de acordo com um conjunto de regras pré-definidas. Existem inúmeros sistemas de *workflow* disponíveis no mercado.
 - ▶ Sistemas Comerciais de *Workflow*:
 - ▶ IBM Websphere;
 - ▶ COSA Workflow V4.1;
 - ▶ Flowmind 4.1.7 (Akazi Technologies);
 - ▶ i-Flow 6.0 (Fujitsu);
 - ▶ Webflow (SAP).
 - ▶ *Workflow Open Source* (*software livre*):
 - ▶ jBpm (<http://jbpm.org>);
 - ▶ Open Business Engine (<http://www.openbusinessengine.org>);
 - ▶ OSWorkflow (<http://opensymphony.com/osworkflow>);
 - ▶ Open For Business (<http://www.ofbiz.org>);
 - ▶ OpenFlow (<http://openflow.it>);
 - ▶ PowerFolder (<http://powerfolder.org>);
 - ▶ Werkflow (<http://werkflow.werken.com>);

- ▶ Workflow Toolkit (<http://www.vivtek.com/wftk>).

2.5.2 CMS (Content Management Systems)

O CMS (*Content Management Systems*) é um sistema gerenciador de *websites*, portais e *intranets* que integra ferramentas necessárias para criar, gerenciar (editar e inserir) conteúdo em tempo real, sem a necessidade de programação, cujo objetivo é estruturar e facilitar a criação, administração, distribuição, publicação e disponibilidade da informação. Sua maior característica é a grande quantidade de funções presentes para facilitar a vida dos usuários.

Pode-se dizer que um CMS é um *framework*, “um esqueleto” de *website* pré-programado, com recursos básicos de manutenção e administração já prontamente disponíveis. É um sistema que permite a criação, armazenamento e administração de conteúdo de forma dinâmica, através de uma interface de usuário via Internet.

Um CMS permite que a empresa tenha total autonomia sobre o conteúdo e evolução da sua presença na internet e dispense a assistência de terceiros ou empresas especializadas para manutenções de rotina. Nem mesmo é preciso um funcionário dedicado (o famoso *webmaster*), pois cada membro da equipe poderá gerenciar o seu próprio conteúdo, diluindo os custos com recursos humanos. A habilidade necessária para trabalhar com um sistema de gerenciamento de conteúdo não vai muito além dos conhecimentos necessários para um editor de texto.

A aparência de um *website* criado com um CMS é customizável, através da utilização de *templates* que podem ser facilmente substituídos.

Em suma, o grande diferencial de um CMS é permitir que o conteúdo de um *website* possa ser modificado de forma rápida e segura de qualquer computador conectado à Internet. Um sistema de gerenciamento de conteúdo reduz custos e ajuda a suplantar barreiras potenciais à comunicação *Web* reduzindo o custo da criação, contribuição e manutenção de conteúdo.

Existem diversas *softwares* para CMS disponíveis gratuitamente, a maioria sob a licença GPL (*general public license*).

2.5.3 Arquiteturas

A arquitetura de um sistema consiste dos componentes de *software*, suas propriedades externas, e seus relacionamentos com outros *softwares*. O termo também se refere à documentação da arquitetura de *software* do sistema.

2.5.3.1 Modelo Cliente/Servidor

O modelo Cliente/Servidor foi criado tendo como base a descentralização dos dados e recursos de processamento, em oposição ao modelo Centralizado utilizado na época em que o *Mainframe* dominava absoluto. Neste modelo, conforme indicado pela figura 23, em uma rede de computadores, existem uma ou mais máquinas que atuam como Servidores, disponibilizando recursos para as demais máquinas, as quais atuam como Clientes.

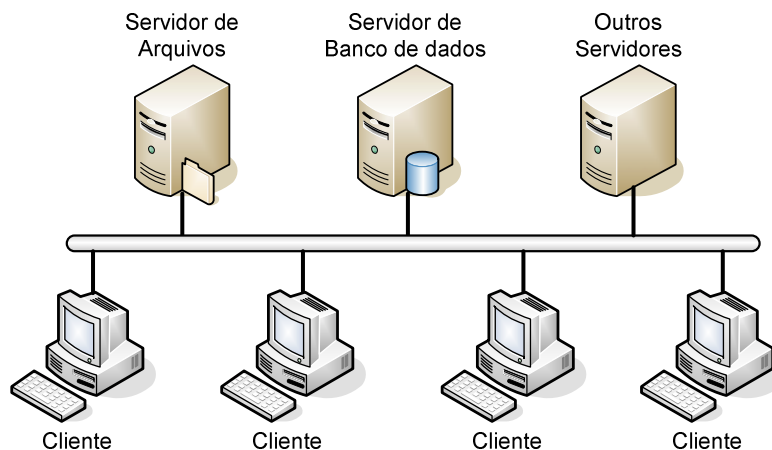


Figura 23 – Modelo Cliente/Servidor. Fonte: Autor.

2.5.3.2 Aplicações em 2 camadas

No início da utilização do modelo Cliente/Servidor, as aplicações foram desenvolvidas utilizando-se um modelo de desenvolvimento em duas camadas. Neste modelo, um programa, normalmente desenvolvido em um ambiente de desenvolvimento, como o Visual Basic, Delphi ou Power Builder, é instalado em cada Cliente. Este programa acessa dados em um servidor de Banco de dados, conforme ilustrado na figura 24:

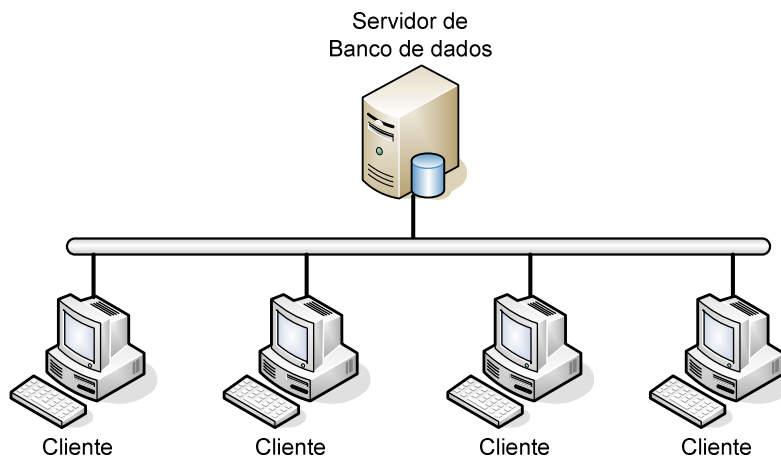


Figura 24 – Modelo 2 Camadas. Fonte: Autor

No modelo de duas camadas, temos um programa que é instalado no Cliente, programa esse que faz acesso a um Banco de dados que fica residente no Servidor de Banco de dados. A aplicação Cliente é responsável pelas seguintes funções:

- ▶ Apresentação - Código que gera a interface entre a aplicação e o usuário;
- ▶ Lógica de Negócio - As regras que definem a maneira como os dados serão acessados e processados.

Como as funções de interface e da lógica do negócio são responsabilidade do programa instalado em cada computador para o Cliente, qualquer alteração na interface ou nas regras da Lógica de negócio, é suficiente para gerar a necessidade de atualizar a vários computadores.

2.5.3.3 Aplicações em 3 camadas

Como uma evolução do modelo de 2 camadas, surge o modelo de três camadas. A idéia básica do modelo de 3 camadas é retirar as Regras do Negócio do cliente e centralizá-las em um determinado ponto, o qual é chamado de Servidor de Aplicações. O acesso ao Banco de dados é feito através das regras contidas no Servidor de Aplicações. Ao centralizar as Regras do Negócio em um único ponto, fica muito mais fácil a atualização das mesmas. A figura 25 mostra uma idéia geral do modelo em 3 camadas:

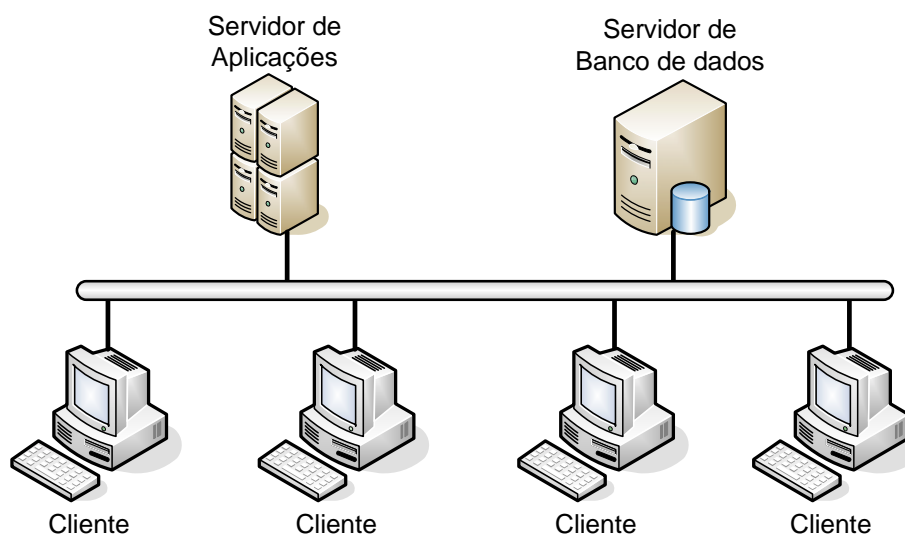


Figura 25 – Modelo 3 Camadas. Fonte: Autor.

2.5.3.4 Aplicações em 4 camadas

Como uma evolução do modelo de três camadas, surge o modelo de quatro camadas. A idéia básica do modelo de 4 camadas é retirar a apresentação do cliente e centralizá-las em um determinado ponto, o qual na maioria dos casos é um servidor *Web*. Com isso o próprio

Cliente deixa de existir como um programa que precisa ser instalado em cada computador da rede. O acesso a aplicação, é feito através de um Navegador, como o Internet Explorer ou o Mozilla Firefox. A figura 26 apresenta uma idéia geral do modelo em quatro camadas:

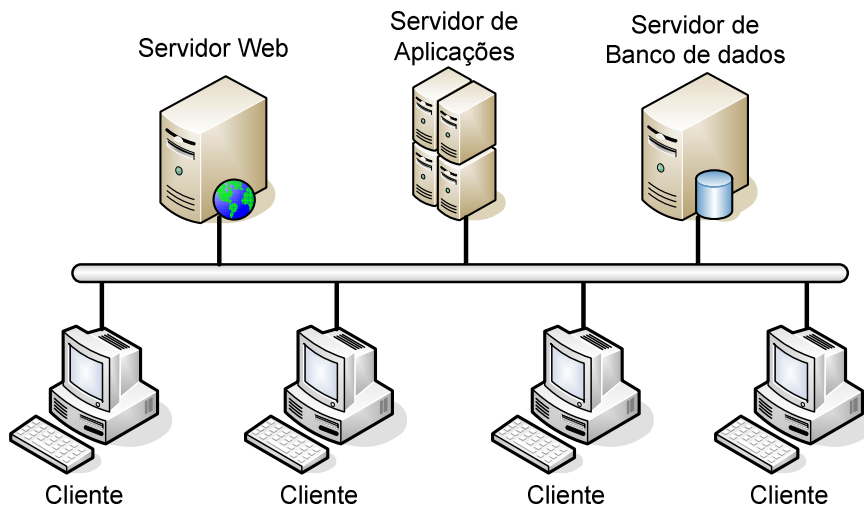


Figura 26 – Modelo 4 Camadas. Fonte: Autor

2.5.4 Linguagens

Uma linguagem de programação é um método padronizado para expressar instruções para um computador. É um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador. Uma linguagem permite que um programador especifique precisamente sobre quais dados um computador vai atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e quais ações devem ser tomadas sob várias circunstâncias.

2.5.4.1 Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objeto. Diferentemente das linguagens convencionais, que são compiladas para código nativo, a linguagem Java é compilada para um "*bytecode*" que é executado por uma máquina virtual.

Algumas características da linguagem:

- ▶ Portabilidade - Independência de plataforma - "*write once run anywhere*";
- ▶ Recursos de Rede - Possui extensa biblioteca de rotinas que facilitam a cooperação com protocolos *TCP/IP*, como *HTTP* e *FTP*;
- ▶ Segurança - Pode executar programas via rede com restrições de execução.

2.5.4.2 CSharp

CSharp (C#) é uma linguagem de programação orientada a objetos criada pela Microsoft, faz parte da sua plataforma .Net (“dot” Net) . A companhia baseou C# na linguagem C++ e Java.

Algumas características:

- ▶ Linguagem Orientada a objetos;
- ▶ Fácil compreensão para desenvolvedores;
- ▶ Sistema unificado de tipos;
- ▶ Tudo pode ser visto como um objeto;
- ▶ Suporte direto à Programação Baseada em Componentes;
- ▶ Compatível com outras linguagens da plataforma .NET;

2.5.4.3 VB.NET

O VB (Visual Basic) é uma linguagem bastante popular, desenvolvida pela Microsoft, cuja versão atual (VB.NET) aproveita-se das mesmas vantagens descritas no caso do C#, pois também integra a plataforma .NET. Apresenta um caminho natural de migração para a plataforma .NET para desenvolvedores que se iniciaram no Visual Basic, e que não pretendem aprofundar-se em linguagens derivadas do C (como é o caso do C# e do Java). Sua principal desvantagem é a excessiva dependência de ferramentas fornecidas pela Microsoft.

2.5.4.4 PHP

PHP é uma linguagem de programação de computadores interpretada, livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico na *Web*. Apesar de ser uma linguagem de fácil aprendizagem e de utilização para pequenos scripts dinâmicos simples, o PHP é uma poderosa linguagem orientada a objetos.

Características:

- ▶ Velocidade e robustez;
- ▶ Estruturado e orientação a objeto;
- ▶ Portabilidade - independência de plataforma;
 - ▶ Tipagem fraca (os valores e objetos não têm tipos bem definidos);
- ▶ Sintaxe similar a Linguagem C/C++ e o PERL.

2.5.4.5 Python

Python é uma linguagem de programação interpretada, orientada a objetos. Oferece uma extensa biblioteca de scripts e é relativamente fácil de aprender.

A filosofia do Python enfatiza o esforço do programador ao invés do esforço do computador, isto é, prioriza a facilidade de leitura ao invés da velocidade de execução.

Algumas características:

- ▶ Tipos dinâmicos de variáveis, retornos de funções e parâmetros, que são inferidos pelo interpretador;
- ▶ Tipagem forte (os valores e objetos têm tipos bem definidos);
- ▶ Orientada a objetos, ainda que suporte outros paradigmas, como a programação funcional e modular.
- ▶ Portável, disponível para praticamente qualquer sistema operacional.
- ▶ Extensível para implementação em conjunto com outras linguagens, como C.

O Python é tipicamente usado em aplicações *Web* e como linguagem de *scripting* para administração de sistemas.

2.5.4.6 Outras Linguagens

Entre outras linguagens populares para o desenvolvimento de *software*, pode-se citar o *Object Pascal* (linguagem utilizada no Delphi para desenvolvimento rápido de aplicações com acesso intenso a bases de dados), Ruby (linguagem interpretada orientada a objetos) e *JavaScript* (especialmente para o projeto de interfaces de usuário baseadas em navegador *Web*).

2.5.5 Frameworks

No desenvolvimento do software, um *framework* é uma estrutura de suporte definida em que um outro projeto de software pode ser organizado e desenvolvido. Um *framework* pode incluir programas de suporte, bibliotecas de código, linguagens de script e outros softwares para ajudar a desenvolver e juntar diferentes componentes de um projeto de software.

2.5.5.1 Java j2EE

A plataforma Java na edição J2EE é o padrão corporativo para o desenvolvimento de aplicações de negócio. Sendo corretamente aplicada, fornece um ambiente seguro, robusto e escalável, através de aplicações de controle da empresa. Como resultado tem sua portabilidade e reusabilidade de código.

O padrão J2EE é voltado para aplicações multi-camadas, baseadas em componentes que são executados em um servidor de aplicações. A plataforma Java EE é considerada um padrão de desenvolvimento já que o fornecedor de *software* nesta plataforma deve seguir determinadas regras se quiser declarar os seus produtos como compatíveis com Java EE. Tais características justificam o uso desta plataforma para o desenvolvimento de aplicações corporativas.

Tem como umas das vantagens a portabilidade, podendo ser utilizado em diversos Sistemas Operacionais e Servidores de Aplicação. Possui ambientes de programação (IDEs) *Freeware*, tais como Eclipse e Netbeans.

Uma das desvantagens é que suporta apenas a Linguagem de programação em Java.

2.5.5.2 Microsoft .NET

O Microsoft .NET (“*dot net*”) é uma iniciativa da Microsoft em que visa uma plataforma única para desenvolvimento e execução de sistemas e aplicações. Todo e qualquer código gerado para .NET, pode ser executado em qualquer dispositivo ou plataforma que possua um *framework*: a "Plataforma .NET" (.NET *Framework*). Com idéia semelhante à plataforma Java, o programador deixa de escrever código para um sistema ou dispositivo específico, e passa a escrever para a plataforma .NET.

Um das vantagens do .NET é suportar diversas linguagens, tais como C++, C#, VB .NET e J#.

Apesar da plataforma .NET ser gratuita, ela só roda em Windows e utiliza o ambiente de programação Visual Studio .NET, ambos propriedade da Microsoft.

2.5.5.3 Outros Frameworks

Praticamente todas as linguagens de programação encontradas atualmente possuem algum tipo de *framework* ou de bibliotecas de componentes que permitam padronizar e acelerar o processo de desenvolvimento. Entre estes pode-se citar o PEAR (PHP *Extensions and Application Repository*), Zope (*framework* para desenvolvimento de aplicações em Python), Ruby on Rails, entre outros.

2.5.6 Bibliotecas

A maioria das tarefas rotineiras como acesso a banco de dados, processamento de informações em *XML*, desenho de interfaces gráficas, e assim por diante, podem ser encontradas já implementadas na forma de bibliotecas de componentes. As bibliotecas devem

ser escolhidas em função da linguagem de programação utilizada e do modelo de licenciamento oferecido.

2.5.7 Bases de dados

Bancos de dados, (ou bases de dados), são conjuntos de dados com uma estrutura regular que organizam informação. Um banco de dados normalmente agrupa informações utilizadas para um mesmo fim. Um banco de dados é usualmente mantido e acessado por meio de um *software* conhecido como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Normalmente um SGBD adota um modelo de dados, de forma pura, reduzida ou estendida. Muitas vezes o termo banco de dados é usado como sinônimo de SGBD.

2.5.7.1 MySQL

O MySQL é um dos sistemas de gerenciamento de banco de dados mais populares que existe e, por ser otimizado para aplicações *Web*, é amplamente utilizado na internet. É muito comum encontrar serviços de hospedagem de sites que oferecem o MySQL e a linguagem PHP, justamente porque ambos trabalham muito bem em conjunto.

O MySQL é focado na agilidade. Assim, se a aplicação exige retornos rápidos e não envolve operações complexas, o MySQL é uma boa opção, pois é otimizado para proporcionar processamento rápido dos dados e tempo curto de resposta sem exigir muito do hardware. Para armazenar o conteúdo de um site, de um fórum ou manter um cadastro de usuários de um portal, o MySQL é indicado, pois tais aplicações não necessitam de recursos avançados.

2.5.7.2 PostgreSQL

Tecnicamente, o PostgreSQL é um banco de dados relacional e orientado a objetos. Um de seus atrativos é possuir recursos comuns a banco de dados de grande porte, o que o deixa apto a trabalhar, inclusive, com operações de missão crítica. Além disso, trata-se de um banco de dados versátil, seguro, gratuito e de código aberto.

O PostgreSQL é otimizado para aplicações complexas, isto é, que envolvem grandes volumes de dados ou que tratam de informações críticas. Assim, para um sistema de comércio eletrônico de porte médio/alto, por exemplo, o PostgreSQL é bastante interessante, já que esse SGBD é capaz de lidar de maneira satisfatória com o volume de dados gerado pelas operações de consulta e venda.

2.5.7.3. SQLite

Banco de dados SQL compacto e útil para testes e desenvolvimento. Não requer configurações como instalação ou administração. Possui uma biblioteca em C que gerencia bancos de dados direto no sistema de arquivos. O banco de dados fica em um único arquivo e controlado por esta biblioteca. Possui API simples e fácil de usar e é mais rápido que os populares *engines* de banco de dados nas tarefas mais comuns.

O SQLite é de duas a três vezes mais rápido que o MySQL em consultas normais e pode chegar a ser até 60 vezes mais rápido que qualquer gerenciador de bancos de dados.

A desvantagem é que o SQLite tem limitações na hora de incluir dados. Por usar o sistema de arquivos, a fim de manter a integridade do banco, sempre que algo for adicionado ao banco de dados o SQLite trava o arquivo para que não seja corrompido. Cada inserção no banco de dados demanda tempo mínimo, cerca de 0,010 segundos, o que fica praticamente imperceptível para sites pequenos e médios. O problema é com sites com mais de 500 inserções únicas de caminhos diferentes por segundo.

2.5.7.4 Firebird

Firebird é um sistema gerenciador de banco de dados relacional. É compatível com o Interbase, já que nada mais é do que uma versão grátis do Interbase da Borland, e melhorada, com alguns *bugs* de segurança corrigidos.

O FireBird hoje é totalmente independente do InterBase. O desenvolvimento é realizado em C e C++ para várias plataformas entre elas Windows, Linux, Hp-UX, FreeBSD e outros.

Utiliza-se do padrão ANSI SQL-92 para prover a manipulação dos bancos de dados e algumas funções que complementam tal padrão, bem como a possibilidade de customização.

Além disso, o FireBird oferece excelente concorrência de acesso, alto desempenho, e uma poderosa linguagem com suporte a *stored procedures* e *triggers* de bancos.

2.5.7.5 db4o

O db4o é um banco de dados inteiramente orientado a objetos, projetado para aplicações tipo embarcada, cliente-servidor e *desktop*. A ferramenta permite armazenar classes Java diretamente no banco, sem precisar utilizar consultas SQL ou qualquer tipo de *framework* que faça o mapeamento objeto-relacional (*Hibernate* por exemplo). A natureza *open-source* do *software* não descarta, no entanto, que a empresa interessada em implementar esse tipo de banco de dados pague uma taxa de uso caso não queira disponibilizar o código fonte.

Algumas grandes empresas (Bosch, Hertz, BMW, Intel, Seagate entre outras) já utilizam o db4o. São inúmeras as vantagens em relação ao banco de dados relacional: a ferramenta é nativa em Java (ou .Net), oferece rapidez de inserção e consulta (processamento de 200 mil objetos por segundo), utiliza pouco recurso computacional, tem fácil aprendizado, não possui nenhuma linha de código SQL para CRUD (*Create, Read, Update e Delete*), e disponibiliza acesso direto ao banco sem utilizar ORM (Mapeamento Objeto-Relacional).

2.5.8 Componentes aplicáveis ao sistema proposto

Algumas características desejáveis levantadas durante o mapeamento são as seguintes:

- ▶ Fórum;
- ▶ Repositório arquivos;
- ▶ *Chat on-line*;
- ▶ Gerenciamento de contatos;
- ▶ Controle de acesso.

Existem diversas ferramentas do tipo *open source* (*software* livre), tais como *CMS* e *Groupware* que oferecem estas características, além de outras funcionalidades que podem ser úteis para o trabalho colaborativo, listadas a seguir.

2.5.8.1 BitWeaver (<http://www.bitweaver.org>)

- ▶ Ferramenta CMS *open source*.
- ▶ Licença: GNU GPL (*general public license*)
- ▶ Requisitos de Sistema: Sistema Operacional Linux, Windows ou Mac. Requer PHP e um *webserver* tais como Apache ou IIS. Suporta grande diversidade de bancos de dados como PostgreSQL (pgsql), Firebird/InterBase, Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server, Sybase, e SQLite.
- ▶ Principais funcionalidades: *Groupware*, *Blog*, *chat*, Gerenciamento de contatos, Fórum, Calendário de eventos, *Newsletter*, Ferramenta de busca, *Wiki*.

2.5.8.2 Drupal (<http://www.drupal.org>)

- ▶ Pacote de *software open source* que permite o uso colaborativo para publicar, gerenciar e organizar uma grande variedade de conteúdo em um *website*.
- ▶ Licença: GNU GPL

- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer Sistema operacional, Linguagem PHP, Servidor Apache ou IIS, Banco de dados MySQL ou PostgreSQL.
- ▶ Principais funcionalidades: *Groupware*, *CMS*, *Blogs*, Gerenciamento de contatos, Fórum, *Newsletters*, *Podcasting*, *download* e *upload* de arquivos.

2.5.8.3 Geeklog (<http://www.geeklog.net>)

- ▶ Aplicação *open source* baseada em PHP/MySQL para gerenciar conteúdo de páginas dinâmicas.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: roda em qualquer Sistema Operacional e *webserver*, linguagem PHP, Banco de dados MySQL.
- ▶ Principais funcionalidades: *Blog*, *Chat*, Gerenciamento de contatos, Fórum, Calendário de eventos, *Newsletter*, ferramenta de busca.

2.5.8.4 Jaws (<http://www.jaws.com.mx>)

- ▶ *Framework* e *CMS open source* para construção de páginas de internet dinâmicas.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer sistema operacional, *webserver* Apache recomendado, Linguagem PHP, banco de dados MS SQL, MySQL, PostgreSQL, SQLite.
- ▶ Principais funcionalidades: *Blog*, *Chat*, Gerenciamento de contatos, Gerenciamento de *FAQ*, Ferramenta de busca.

2.5.8.5 Joomla! (<http://www.joomla.org>)

- ▶ Gerenciador de conteúdo *open source* que possui um bom número de recursos e o apoio de diversas comunidades espalhadas pelo mundo.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer Sistema Operacional, Servidor Apache, Linguagem PHP, Banco de dados MySQL.
- ▶ Principais funcionalidades: *Groupware*, *Blog*, *Chat*, Gerenciamento de contatos, Sistema de envio de *newsletter* (com cadastro e sistema de envio pela própria ferramenta de administração), Calendário de eventos, Catálogo de produtos, Fórum, Sistema de notícias e artigos, Gerenciador eletrônico de documentos, Catálogo de endereços, *Wiki*.

2.5.8.6 Mambo (<http://source.mambo-foundation.org>)

- ▶ Ferramenta *CMS open source* desenvolvido em PHP.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer sistema operacional, Banco de dados MySQL, Linguagem PHP, *Webserver* Apache recomendado.
- ▶ Principais funcionalidades: *Groupware*, *Blog*, *Chat*, Gerenciamento de contatos, Fórum, Calendário de eventos, Gerenciamento de *FAQ*, *Newsletter*, Ferramenta de busca.

2.5.8.7 PHP-Nuke (<http://www.phpnuke.org>)

- ▶ Sistema *open source* para publicação automatizada de notícias para a *Web* e um Sistema de Gerenciamento de Conteúdo baseado em PHP e MySQL.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer Sistemas operacional, Servidor de páginas (preferencialmente Apache), Linguagem PHP, Banco de dados MySQL, Postgres, mSQL, Interbase, Sybase.
- ▶ Principais funcionalidades: Suporte para português, *Blog*, Fórum, Gerenciamento de *FAQ*, Pesquisas (Enquetes), Gerenciamento de usuários, *newsletter*, Ferramenta de Busca.

2.5.8.8 SPIP (<http://www.spip.net/pt>)

- ▶ Sistema de publicação disponibilizado para qualquer pessoa como *software* livre sob licença GPL, podendo ser usado livremente para o próprio site, seja ele pessoal, cooperativo, institucional ou comercial.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer Sistemas operacional, Servidor de páginas Apache, Linguagem PHP, Banco de dados MySQL.
- ▶ Principais funcionalidades: *Groupware*, *Blog*, *Chat*, Gerenciamento de contatos, Fórum, Calendário de eventos, Gerenciamento de *FAQ*, Pesquisas (Enquetes), Gerenciamento de usuários, *Newsletter*, Ferramenta de Busca, Wiki.

2.5.8.9 Achievo (<http://www.achievo.org>)

- ▶ Ferramenta de gerenciamento de projetos para pequenas e médias empresas.
- ▶ Licença: GNU GPL

- ▶ Requisitos de Sistema: Qualquer *Websserver* capaz de rodar *scripts* PHP4 (recomenda-se Apache), Linguagem PHP4, Banco de dados MySQL.
- ▶ Principais funcionalidades: Gerenciamento, planejamento e monitoramento de projetos, Monitoramento de projetos, Ferramentas de produtividade (*Scheduler*, etc.).

2.5.8.10 dotProject (<http://www.dotproject.net>)

- ▶ Aplicação *web-based open source* para gerenciamento de projetos.
- ▶ Requisitos de Sistema: Sistema operacional Windows ou Linux, *Websserver* Apache, Linguagem PHP, Banco de dados MySQL.
- ▶ Principais funcionalidades: Controle de acesso, Calendário de eventos, visualização do progresso de tarefas e projetos.

2.5.8.11 eGroupware (<http://www.egroupware.org>)

- ▶ *Software* livre de *groupware* pronto para qualquer ambiente. Permite gerenciar contatos, anotações, tarefas e outras funções. Possui suporte em português.
- ▶ Requisitos de Sistema: Sistema operacional Linux, Windows ou MacOSX, Servidor *Web* e interpretador PHP Apache ou IIS (recomendado Apache 2 e PHP 5), Banco de dados MySQL, Postgres, MaxDB, MSSQL (recomendado MySQL).
- ▶ Principais funcionalidades: Calendário de eventos, Gerenciador de tarefas, Gerenciador de projetos, Gerenciador de arquivos, *Wiki*, Gestão do conhecimento, *Workflow*.

2.5.8.12 WebCollab (<http://webcollab.sourceforge.net>)

- ▶ Sistema colaborativo para gerenciamento de projetos com Licença GPL. Possui traduções para o português.
- ▶ Licença: GNU GPL
- ▶ Requisitos de Sistema: Servidor Apache com PHP, Banco de dados MySQL ou PostgreSQL.
- ▶ Principais funcionalidades: Controle de acesso, visualização do progresso de tarefas e projetos.

2.5.8.13 TalkAndWrite (<http://www.talkandwrite.com.br/portugues/index.php>)

- ▶ Permite a criação de um sistema de *Web* conferência simples, seguro e dinâmico.
- ▶ Integrado ao Skype, sistema de voz por Internet – *VoIP* – mais popular do mundo, permite que pessoas conversem, façam alterações simultaneamente em um documento e

visualizem essas mesmas ações em tempo real. É possível apontar, escrever, desenhar, apagar, grifar e digitar sobre qualquer documento, de qualquer extensão.

2.5.9 Caracterização Geral das Tecnologias

Foram apresentadas neste documento algumas tecnologias relacionadas ao sistema proposto, uma visão geral de metodologias e ferramentas atualmente disponíveis para construção de sistemas de *on-line* para desenvolvimento colaborativo. A definição de quais ferramentas serão utilizadas, serão definidas após a modelagem do ambiente.

Para o trabalho colaborativo em uma cadeia de suprimentos, a utilização de Ferramentas de Gestão do Trabalho Colaborativo (ou “*groupware*”) se apresenta como mais aplicável. Estas ferramentas devem proporcionar um ambiente on-line de interação, bem como orientar o fluxo de atividades necessárias desde o início do projeto até a manufatura do produto. Este ambiente on-line de interação poderá ser construído a partir de um *software* CMS, facilitando assim sua criação e futura administração. O CMS deverá ser adaptado para o ambiente de manufatura, apresentando *templates* (modelos) para os tipos de informações que serão compartilhadas. É importante escolher um CMS com capacidade de gerenciamento de atividades colaborativas, ou estender o ambiente de interação com um software especializado para *Workflow*, como os apresentados neste mapeamento. Recomenda-se a integração de todos estes componentes através de um banco de dados centralizado, preferencialmente um sistema *open-source* como o MySQL ou PostGreSQL.

2.6 Conclusões e Síntese do Estado da Arte

Com o mercado cada vez mais competitivo e exigente por produtos “diferenciados”, as empresas de manufaturas de bens, estão sendo obrigadas a produzir em pequenos lotes. Nestas empresas a agilidade de resposta é fundamental. A dificuldade é adequar a engenharia do produto e a manufatura para a produção, economicamente viável, desses pequenos lotes, sem ganhos de escala.

A integração de processos de diferentes empresas está se tornando uma necessidade no mundo da manufatura como resposta rápida às pressões impostas pelo mercado altamente competitivo e pela necessidade de integração global da cadeia de fornecedores e/ou parceiros (MUNDIM, 1999).

O modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) considera a necessidade de um desenvolvimento colaborativo desde as primeiras fases do PDP. O desenvolvimento colaborativo com os parceiros de negócio é um dos conceitos que estão por trás do modelo de PDP.

Womack et al. (1990) apontam quatro características fundamentais encontradas em empresas líderes no desenvolvimento de produtos (destaque para as duas últimas):

- ▶ Liderança forte durante todo o projeto;
- ▶ Trabalho em equipes multidisciplinares;
- ▶ Comunicação eficiente;
- ▶ Desenvolvimento simultâneo de projetos entre clientes e fornecedores.

Devido à necessidade de se antecipar possíveis problemas, cada vez mais o processo de desenvolvimento de produtos é um processo desenvolvido pelas empresas junto com seus parceiros (MCIVOR e HUMPHREYS, 2004).

A competição atual não é mais entre empresas, mas sim entre cadeias de suprimentos. O grande desafio, portanto, é integrar todos os elos de uma cadeia de suprimentos, de tal forma que os objetivos sejam alcançados (CHRISTOPHER, 1997).

O *Supply Chain Management* (SCM) é o esforço de coordenar os diversos canais de distribuição, por meio da integração de processos de negócios, interligando seus participantes através da administração compartilhada de processos-chave, envolvendo desde o consumidor final até o fornecedor inicial de matérias-primas (PIRES, 2004).

Para Fleury et al. (2000), a complexidade da implantação do conceito SCM é um dos fatores que explica o fato de poucas empresas com implementação efetiva do SCM. Não são poucos os desafios associados à implementação da SCM, envolvendo questões internas da empresa, assim como o gerenciamento de atividades relacionadas à cadeia como um todo, que vão além das fronteiras da empresa. Svensson (2002) coloca que o SCM está ainda na infância e existe uma série de desafios a serem enfrentados.

Apesar da importância dos elementos técnicos associados à implementação da SCM, Lambert e Cooper (2000) acreditam que as empresas que focarem o gerenciamento dos componentes técnicos e físicos do processo estarão fadadas ao insucesso, uma vez que os componentes gerenciais e comportamentais definem o comportamento organizacional, influenciando a implementação dos primeiros.

Dentre as práticas comuns na SCM, o *outsourcing* se destaca. A opção pelo *outsourcing* implica em uma série de novos desafios, mas, em contrapartida, pode proporcionar uma série de novas oportunidades de negócios às empresas envolvidas.

A participação do fornecedor nos projetos de desenvolvimento de produto pode ajudar a reduzir custos, reduzir o tempo de desenvolvimento, melhorar a qualidade e fornecer tecnologias inovadoras que podem ajudar capturar espaço no mercado. No entanto a integração do fornecedor com sucesso, envolve um grande número de variáveis de difícil gerenciamento.

De maneira geral, os trabalhos que se propõem ao desenvolvimento de ferramentas de apoio ao trabalho colaborativo em cadeias de suprimentos. Porém são ferramentas desenvolvidas para tratar o problema todo, que é complexo. O resultado são ferramentas complexas e com pouca aplicação prática quando se fala em inserir empresas à prática da colaboração (HUANG et al., 1999, 2003a, 2003b e 2005; HUANG e MAK, 1999, 2000 e 2003; REZAYAT, 2000a, 2000b; BOARDMAN e CLEGG, 2001; FORZA e SALVADOR, 2002; CHOY et al., 2002a e 2002b).

Os trabalhos anteriormente citados mostram que o envolvimento do fornecedor no PDP ainda é algo novo. Muitas vezes o assunto é tratado de maneira superficial. Faltam trabalhos no sentido de “como” se fazer o envolvimento de fornecedores.

Com base nas informações apontadas neste capítulo, além das lacunas levantadas, buscou-se iniciar o delineamento das fronteiras da pesquisa. Uma questão que parece permear toda a dificuldade da implementação e gestão da cadeia de suprimentos é a comunicação. Trata-se de uma base para que um processo de parceria (colaboração) se estabeleça.

Outro termo que aparece de maneira muito forte, tanto no assunto PDP quanto na SCM, é o da colaboração entre parceiros. No entanto, colaboração é ir além do compartilhamento de informações. Colaborar significa trabalhar junto, que implica no conceito de objetivos compartilhados e uma intenção explícita de criar alguma coisa nova ou diferente através da colaboração, se contrapondo a uma simples troca de informação ou de instruções.

O compartilhamento de informações, ainda que básico, não é tarefa fácil. Segundo Steinheider (2000), para estimular o compartilhamento do conhecimento entre todos os envolvidos, devem existir programas de treinamento e integração, além de uma coordenação forte e que avalie e divulgue o progresso das atividades para os membros da equipe.

A boa colaboração no processo de desenvolvimento (de produtos) é importante por diversas razões. A identificação tardia de problemas no processo de desenvolvimento demanda muito tempo e dinheiro.

Segundo Petersen et al. (2005), a colaboração deve produzir melhores produtos, em um custo menor, com mais funcionalidades, que em última análise, representarão um desempenho financeiro superior ao negócio.

Em relação às ferramentas que suportam o trabalho colaborativo, no caso o desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos, pode-se afirmar:

- ▶ O desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos suportado por sistemas é uma iniciativa ainda nova no mundo, principalmente no Brasil;
- ▶ Ferramentas experimentais (projetos de pesquisa) praticamente não existem. O *GEPP-Net* é uma contribuição, mas não está focado na cadeia de suprimentos;
- ▶ Ferramentas comerciais específicas (sistemas PLM) e genéricas (colaboração) são, devido ao custo e dificuldades de implementação, restritas às grandes empresas;
- ▶ As empresas fornecedoras de sistemas PLM (empresas das áreas de CAD e ERP) investiram em PLM e Colaboração porque os seus clientes, grandes empresas, precisavam trocar desenhos (desenvolvimento distribuído) e de algum tipo de colaboração;
- ▶ A *Web* é o meio de comunicação dos dados, mas nenhum dos sistemas tem o conceito de Portal;
- ▶ O modelo de comercialização de soluções PLM, quando são empresas da área de CAD, segue o padrão dos sistemas CAD (compra de licenças);
- ▶ O modelo de comercialização de soluções PLM, quando são empresas da área de ERP, segue o padrão dos sistemas ERP (compra de acessos de usuários aos módulos mais implantação);

- ▶ Integração do desenvolvimento do produto com o desenvolvimento do processo pode-se dizer que não existe. Existem soluções especialistas como, por exemplo, a solução Delmia (CAPP Dassault Systemes);
- ▶ A maioria dos sistemas não segue uma metodologia de desenvolvimento de produtos integrada com o processo (manufatura);
- ▶ As soluções genéricas para a colaboração (ex. IBM Lotus Notes) são flexíveis. O que pesa contra é custo, aquisição do sistema, implantação (consultoria e treinamento) e contratos de manutenção (em média 20% do custo de aquisição ao ano);
- ▶ As melhores ferramentas são soluções pesadas, que exigem uma grande organização e estrutura por parte das empresas. Ainda, as soluções não podem ser mudadas de uma hora para a outra. Isto exigiria uma nova implantação;
- ▶ Não existem soluções voltadas para pequenas e médias empresas. Existem ainda dúvidas se o PLM pode ser adaptado às necessidades das pequenas e médias indústrias. Segundo McEleney (2006), esta é uma pergunta que apenas o mercado e o futuro poderão responder.

A evolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC), cada vez mais flexíveis e baratas, permite desenvolvimentos de soluções que podem auxiliar muito as empresas, principalmente as médias e pequenas. Existem grandes oportunidades neste segmento de soluções. O foco do presente trabalho é o de aproveitar esta oportunidade (faltam soluções).

CAPÍTULO 3 - MODELO PARA AMBIENTE COLABORATIVO

Este capítulo apresenta uma caracterização do setor eletroeletrônico da Grande Florianópolis, o desenvolvimento de produtos neste setor e o modelo do ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos. Ao final do capítulo é realizada uma análise dos usuários do ambiente (classes, papéis, acessos e privilégios).

3.1 O segmento eletroeletrônico da Grande Florianópolis

Desde 1986, Florianópolis e suas cidades vizinhas vêm empreendendo esforços no sentido de tornar-se um grande pólo de tecnologia. Atualmente a região concentra 4 incubadoras, 22 instituições de ensino e 3 parques, todos na área tecnológica, além de 4 distritos industriais, 32 empresas em eletroeletrônica (EE) e aproximadamente 70 empresas de software, incluindo o CELTA, a primeira e maior incubadora de empresas de tecnologia do Brasil.

A Fundação CERTI realizou em 2003 uma pesquisa de mercado tendo como foco as empresas que utilizam placas eletrônicas em seus produtos com abrangência em Santa Catarina. O objetivo do estudo foi o de levantar o potencial de mercado da Indústria Consumidora de Placas Eletrônicas de Circuito Impresso (PCI's) em Santa Catarina, incluindo uma análise do volume de PCI's consumidas e do perfil operacional das empresas entrevistadas, tipos de tecnologias utilizadas, incluindo alternativas de fornecimento, investimentos e níveis de satisfação com as soluções oferecidas pelo mercado (FUNDAÇÃO CERTI, 2003).

Nesta pesquisa observou-se cada vez mais a eletrônica está sendo incorporada por produtos dos mais diversos seguimentos industriais. Trata-se de um segmento em expansão, pressionado por prazos e custos, porém que importa muito e exporta pouco.

Ainda de acordo com a pesquisa, das 72 principais empresas de Santa Catarina que utilizavam placas eletrônicas em seus produtos, 45% delas estavam localizadas na região da Grande Florianópolis. O faturamento anual de produtos com eletrônica na região girava na ordem de 800 milhões de reais. As empresas de eletroeletrônicos da região articulavam-se no sentido de se organizarem em forma de um arranjo produtivo local em eletroeletrônica (APL-EE).

3.2 O desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos na Grande Florianópolis

De maneira geral as empresas do segmento eletroeletrônico desenvolvem seus produtos de maneira semelhante, embora não sigam um padrão no desenvolvimento, primeiramente com o projeto do produto e posteriormente com o projeto do processo. Embora não aconteça muitas

vezes, a integração entre as várias atividades do produto e do processo é necessária e fundamental para o sucesso de um desenvolvimento. A figura 27 mostra como é este processo de desenvolvimento de produtos seguido pelas empresas eletreletrônicas da Grande Florianópolis. Trata-se de um processo sequencial em termos de fases mas que precisa de uma grande integração durante o desenvolvimento do produto, do processo e dos componentes e insumos.

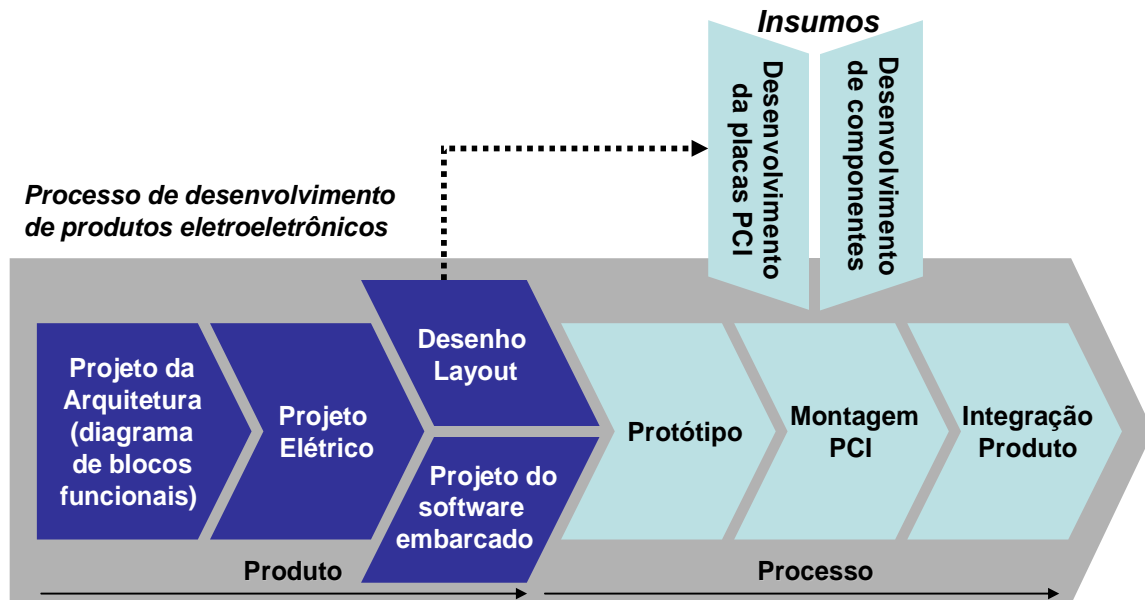


Figura 27 – Modelo geral do PDP eletreletrônico. Fonte: Autor

Para o desenvolvimento do presente trabalho analisou-se especificamente o setor eletreletrônico, mais especificamente as manufaturas de PCIs – Placas de Circuito Impresso. As placas de circuito impresso (PCI) são produtos de uma montagem (inserção) de componentes eletrônicos em placas “nuas” (placa eletrônicas sem componentes).

Um novo conjunto de entrevistas abertas (reuniões) não estruturadas foram realizadas pelo autor. Estas entrevistas aconteceram com especialistas (empresários e corpo técnico) no desenvolvimento de produtos e processos de empresas do setor eletreletrônico na região da Grande Florianópolis usuárias de PCI's. As entrevistas foram realizadas em empresas de base tecnológica vinculadas à ACATE (Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia). Foram contactados especialistas de 19 empresas, de um total de 40 empresas filiadas à ACATE. Estas empresas foram divididas em quatro tipos: as que manufaturam seus produtos, as que compram toda a manufatura, as que compram parte da manufatura e as que vendem manufatura. Especialistas do Labelectron, da Fundação CERTI, também foram entrevistados

entrevistados. O Labelectron é uma empresa que além de vender manufatura, também desenvolve produtos.

Primeiramente, a seguinte questão foi colocada: “*Existe necessidade de integração entre os desenvolvedores de produto e os executores da manufatura?*” Todos os entrevistados (especialistas) reconheceram a importância desta integração.

Outra questão: “*Existe a necessidade de elevar a qualidade final dos produtos por meio da melhoria do desenvolvimento de produtos?*”. Os especialistas acreditam que a colaboração é fundamental para a evolução dos produtos além de contribuir para reduzir a pressão sobre os participantes.

Com relação às empresas perceberem a necessidade de identificar de forma rápida as incompatibilidades entre o projeto do produto e a manufatura, os especialistas que as empresas de manufatura são mais aderentes à este benefício, pois os clientes (compradores) muitas vezes não ficam sabendo dos custos internos provocados pelas restrições.

Um dos causadores de incompatibilidades projeto/manufatura é o fato de cada projeto ser tratado de forma independente, sem memória para que possa ser utilizada como histórico. Portanto, entendem que existe a necessidade de documentar-se as alterações de projeto durante sua discussão para execução em determinada manufatura.

Em relação aos diferenciais competitivos, os especialistas das empresas de manufatura acreditam que o item é uma questão de sobrevivência. Os clientes têm necessidade de reduzir prazos.

Uma outra questão foi colocada: “*As equipes de desenvolvimento de produtos são multidisciplinares? Como um ambiente (sistema) pode contribuir?*”. Todos os entrevistados entendem um ambiente de colaboração pode facilitar o entendimento de todas as necessidades de um processo de desenvolvimento de produto.

Além disso, foi questionado o processo de aprovação das modificações. Normalmente as aprovações são as partes mais demoradas e um ambiente colaborativo poderia reduzir o tempo sensivelmente.

Outro item interessante foi destacado em relação à memória de projetos passados, que deve ser utilizada como fonte de conhecimento e base de pesquisas para novos desenvolvimentos.

Em relação à comunicação, foi questionado se existe a necessidade de alternativas de comunicação com segurança, ainda, e que possa ser documentada. A maioria (90%) dos especialistas entenderam que sim. Acreditam que no início será difícil, pois existe a necessidade de confiança mútua, mas a pressão dos prazos deve vencer as resistências.

Os especialistas (79%) ainda entendem que, nos dias atuais, é extremamente importante gerenciar os contatos.

Com base nas informações obtidas no mercado foi possível perceber que um ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos pode ter um impacto muito positivo, permitindo que as equipes de desenvolvimento de projetos tenham uma visão clara das restrições da manufatura pela qual passará o produto durante a sua produção, reduzindo consideravelmente os tempos de planejamento da manufatura e conseqüentemente reduzindo o tempo de resposta ao mercado (diferencial competitivo extremamente importante).

Esta condição pode propiciar aos personagens da cadeia (cliente e fornecedores) maior rapidez ou até a eliminação dos prazos utilizados na compatibilização do projeto do produto com o a produção.

3.3 Visão Geral do Modelo

O modelo do ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos foi desenvolvido com base no estado da arte (colaboração) e nas necessidades do mercado levantadas em entrevistas juntos à empresas eletroeletrônicas e especialistas do setor eletroeletrônico, principalmente utilizando os especialistas do Labelectron.

O ambiente deverá respeitar as seguintes características do segmento eletroeletrônico atual, que são:

- ▶ Empresas terceirizando a manufatura;
- ▶ Empresas interagindo cada vez mais;
- ▶ Ciclos de vida dos produtos mais curtos;
- ▶ Fidelização do cliente como uma necessidade (oferecer mais aos clientes);
- ▶ Reduzir o *Time to Market* é questão de sobrevivência;
- ▶ Todo trabalho em uma cadeia produtiva deve respeitar padrões.

Para a definição de um modelo de ambiente, estabelece-se primeiramente um conjunto de requisitos funcionais e não funcionais para a posterior implementação computacional. Os requisitos funcionais são obtidos pela análise das necessidades anteriores ao desenvolvimento de produtos (cadastros e montagem da cadeia) e das necessidades do desenvolvimento de produtos propriamente dito, onde são colocadas as ferramentas de Comunicação, Cooperação e Coordenação.

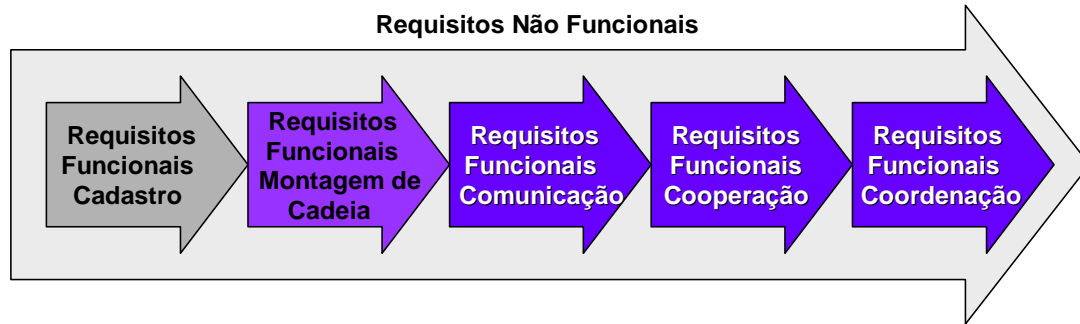


Figura 28 – Requisitos Não Funcionais e Requisitos Funcionais. Fonte: Autor.

O estabelecimento dos requisitos não funcionais e funcionais, é um pré-requisito para a implementação de sistemas bem estruturados e que possam satisfazer adequadamente as necessidades dos seus usuários.

O modelo foi dividido em três grandes áreas:

- ▶ *Área de Cadastro*: nesta área, são definidas contas de usuários, e atribuídos perfis de utilização aos mesmos, a fim de que possam participar do desenvolvimento do produto conforme seu papel na Cadeia de Desenvolvimento (Contratante de Projetos ou Provedor de Serviços);
- ▶ *Área de Montagem da Cadeia*: nesta área o Contratante é capaz de localizar os Provedores de Serviços necessários para a execução completa do Projeto de Produto, compondo a Cadeia de Desenvolvimento conforme julgar conveniente, de acordo com as capacidades de fornecimento de serviços, localização geográfica e preços praticados. Ferramentas de apoio à decisão podem ser aplicadas à montagem de cadeias. A decisão final é do contratante;
- ▶ *Área de Desenvolvimento de Projetos*: área onde ocorre o desenvolvimento propriamente dito, e que será constituída de ferramentas especializadas de Colaboração, de acordo com o conceito utilizado que compreende atividades de Comunicação, Cooperação e Coordenação do Projeto de Produto.

De acordo com o estado da arte em desenvolvimento de Sistemas de Informação discutido no Capítulo 2 (item 2.5), o ambiente deve ser implementado utilizando uma Arquitetura em quatro camadas, a fim de promover maior flexibilidade de implementação e maior capacidade de expansão futura com novas funcionalidades. A realização física do Sistema ocorre conforme ilustrado na figura 29.

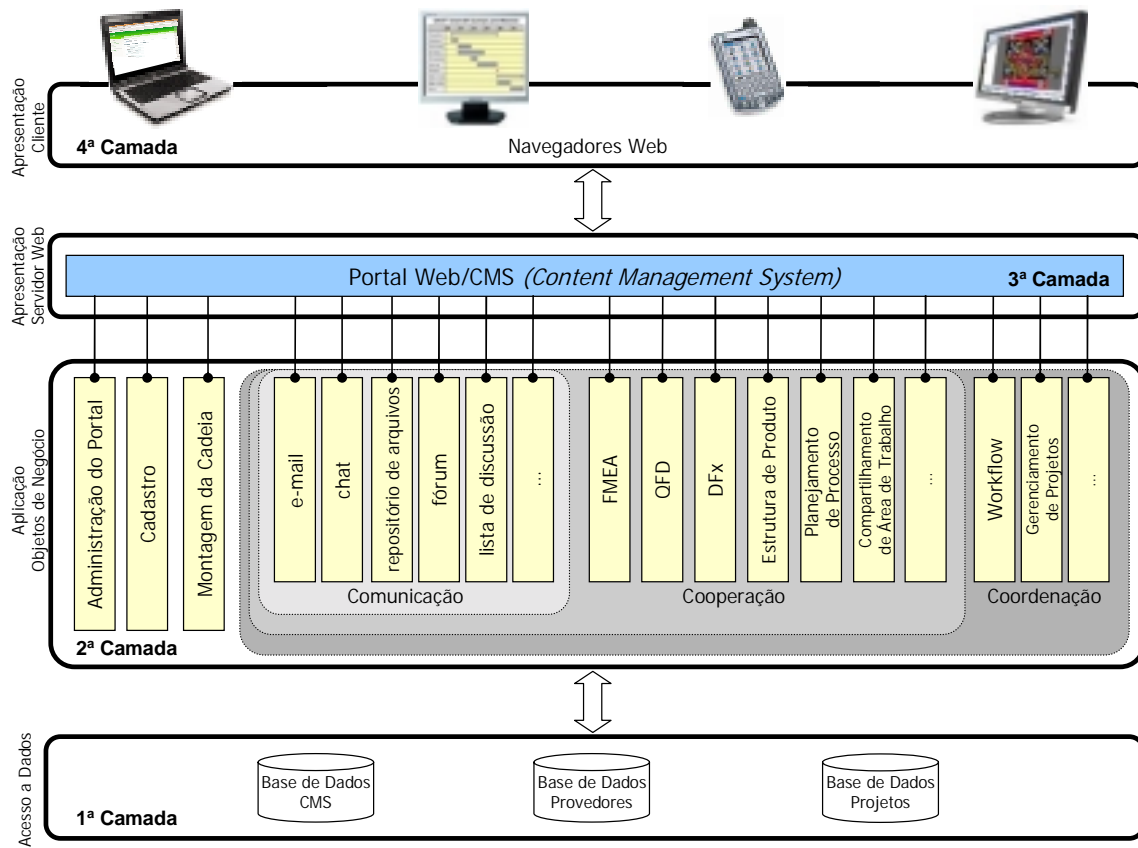


Figura 29 - Arquitetura para o sistema proposto. Fonte: Autor.

Na primeira camada estão as bases de dados que viabilizam o acesso aos dados dos desenvolvimentos, dos provedores e dos conteúdos. Os aplicativos de negócio estão localizados na segunda camada. Existem basicamente dois tipos de aplicativos, os voltados ao acesso ao portal e configuração de cadeia de suprimentos, e os aplicativos voltados ao desenvolvimento colaborativo de produtos (aplicativos de comunicação, cooperação e coordenação). O portal *Web/CMS* fica posicionado na terceira camada do ambiente. Trata-se da apresentação do servidor *Web*. Finalmente na quarta e última camada estão os navegadores *Web*, onde os clientes acessam o ambiente via computadores (*desktops* ou *notebooks*), *palmtops*, *smartphones*, etc.

3.4 Definição de Requisitos

A definição, dos requisitos funcionais e não funcionais, é a base para o desenvolvimento e posterior implementação de um sistema.

Devido à importância do documento de requisitos dentro do processo de desenvolvimento de um sistema, é de extrema importância que este documento seja organizado de forma a

melhorar a compreensão e a legibilidade dos requisitos, evitando que problemas e erros surjam na fase de implementação do sistema (GOMES-FERREIRA, 2006).

A seguir são explicitados os requisitos funcionais e não-funcionais para o Sistema proposto. A declaração de requisitos funcionais foi subdividida em Requisitos Funcionais de Cadastro, Requisitos Funcionais de Montagem de Cadeia e Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos, contemplando as três áreas de operação (comunicação, cooperação e coordenação) previstas para o Sistema.

3.4.1 Requisitos Não-Funcionais

A relação de “Requisitos Não-Funcionais” refere-se aos requisitos que são fundamentais para o desenvolvimento do Sistema, porém não se refletem na forma de funcionalidades diretas para o usuário do mesmo. Tais requisitos relacionam-se principalmente com a escolha de tecnologias de desenvolvimento e com a definição de restrições para a implementação computacional.

Os Requisitos Não-Funcionais levantados para o Sistema Proposto são:

- ▶ O Sistema deve ser desenvolvido utilizando ferramentas de programação para a *Web*;
- ▶ O Sistema deve utilizar um banco de dados *Open-Source*;
- ▶ O Sistema deve oferecer acesso rápido às informações, garantido pela escolha de técnicas adequadas de acesso a dados, como compressão e *caching*;
- ▶ O Sistema deve exigir largura de banda (taxa de transmissão de dados) compatível com a realidade nacional, utilizando componentes gráficos leves;
- ▶ O Sistema deve possuir características de segurança, através de utilização de senhas e criptografia de dados;
- ▶ O Sistema deve possuir alta disponibilidade, utilizando provedores de Serviço de Internet devidamente qualificados, com capacidade de redundância e resposta rápida em caso de falhas;
- ▶ O Sistema deve ser compatível com os *browsers* mais utilizados no mercado (Internet Explorer 6.0 ou superior, ou Firefox 2.0 ou superior)

3.4.2 Requisitos Funcionais de Cadastro

O Sistema possui um módulo de cadastro que permite aos visitantes do Portal cadastrar e configurar novas contas. No cadastro de usuários aparecem quatro personagens básicos: o contratante (cliente do desenvolvimento do produto), o provedor de solução (fornecedores de produtos e serviços), visitantes (pessoas interessadas em conhecer o ambiente), de anunciantes

(espaços publicitários são fontes de receitas do portal *Web*) e consumidores (convidados para participar do desenvolvimento).

O Módulo de cadastro é ilustrado no diagrama UML de Casos de Uso da figura 30.



Figura 30 - Diagrama UML do Módulo de Cadastro. Fonte: Autor.

Para a representação dos diagramas será utilizada o padrão UML (*Unified Modeling Language*). Trata-se de uma linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração. A UML não é uma metodologia de desenvolvimento, o que significa que ela não diz para você o que fazer primeiro e em seguida ou como projetar seu sistema, mas ela lhe auxilia a visualizar seu desenho e a comunicação entre objetos.

Os requisitos do módulo de cadastro são detalhados abaixo:

- ▶ O Sistema deve permitir ao visitante do portal cadastrar uma nova conta.
 - ▶ No cadastro devem ser solicitadas informações gerais sobre os usuários, como nome, *e-mail*, *login* e senha, endereço e telefone para contato.
- ▶ O Sistema deve oferecer ao visitante o registro como Anunciante, Visitante, Gestor Contratante, Gestor Provedor, Projetista Contratante, Projetista Provedor e Consumidor.
 - ▶ A descrição dos perfis é apresentada ao final deste capítulo.
- ▶ O Sistema deve permitir ao usuário cadastrado como Provedor a configuração dos serviços fornecidos.

- ▶ Exemplos: Projeto Eletrônico, Layout, Fabricação de Protótipo e suas capacidades, por exemplo: Largura de trilha, tipo de montagem.
- ▶ O Sistema deve permitir ao Administrador o gerenciamento de usuários, de forma que possibilite a inclusão ou exclusão de usuários.
- ▶ O Sistema deve permitir ao Administrador autorizar os papéis solicitados pelos usuários.

3.4.3 Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia

Na montagem da cadeia é realizado o cadastro do desenvolvimento e das suas características e necessidades de fornecimento. Nesta fase são escolhidos, de maneira preliminar, os parceiros de desenvolvimento baseados nas necessidades do desenvolvimento. Na figura 31 é apresentado o diagrama de casos de uso para o Módulo de Montagem de Cadeias.

Os requisitos do módulo de Montagem da Cadeia são detalhados abaixo:

- ▶ O Sistema deve oferecer ao usuário registrado como contratante o cadastro de novos desenvolvimentos, de forma que permita:
 - ▶ Definir os objetivos do desenvolvimento.
 - ▶ Na definição dos objetivos são colocadas as informações relativas ao que se espera do desenvolvimento;
 - ▶ Definir fases do desenvolvimento.
 - ▶ A definição por quais fases o desenvolvimento passa varia de empresa para empresa. O sistema deverá possibilitar ao usuário definir quais as fases pelas quais o desenvolvimento passará. Uma estrutura padrão com as fases de projeto conceitual, projeto detalhado, lote piloto e produção deverá vir como *default* (padrão);
 - ▶ Cadastrar prazos.
 - ▶ Cada uma das fases pelas quais passará o desenvolvimento do produto deverá receber uma data objetivo para a conclusão da fase. Estas datas serão as bases para a gestão de prazos do desenvolvimento;
 - ▶ Definir características macro do desenvolvimento.
 - ▶ As características macro definem as especificações básicas do produto (ex: tamanho da placa, quantidade no lote e tipos de tecnologia empregados, etc.).
- ▶ O Sistema deve permitir ao contratante selecionar os serviços necessários para a execução de seu novo desenvolvimento.

- ▶ Definir os objetivos do desenvolvimento. Estes serviços caracterizam os tipos de provedores de serviços que serão necessários durante o desenvolvimento (ex. *layout* de placas, manufatura de placas, entre outros).
- ▶ O Sistema deve oferecer ao contratante ferramentas para selecionar os provedores que irão participar de seu desenvolvimento, de forma que permita:
 - ▶ Selecionar características de seu desenvolvimento que irão confrontar com as capacidades dos provedores, permitindo um pré-filtro para facilitar a escolha.
 - ▶ Os provedores em seu cadastro devem além dos seus serviços devem mostrar características técnicas ou restrições de seus processos. Isto possibilita ao contratante selecionar provedores analisando as características do processo e não somente pelo tipo de serviço;
 - ▶ Enviar convite para provedores conhecidos, para que possam cadastrar-se no sistema para participar do processo de seleção de provedor;
 - ▶ Convidar provedores potenciais para participação no desenvolvimento.
 - ▶ Os provedores são convidados baseados em duas informações: tipo de serviço e características do seu processo.
- ▶ O Sistema deve oferecer ao contratante, ferramentas que facilitem a interação com possíveis provedores, para que sejam negociados prazos e orçamentos.
 - ▶ Estas ferramentas podem ser síncronas (ex. *chat*, conferência) ou assíncronas (ex. *e-mail*).
- ▶ O Sistema deve permitir ao contratante confirmar a cadeia após seleção dos provedores, para que seja iniciado o desenvolvimento.
 - ▶ Neste momento os parceiros escolhidos devem ser informados da sua seleção e do início do desenvolvimento.
- ▶ O Sistema deve oferecer ao contratante a capacidade de gerenciamento de seu desenvolvimento, permitindo o controle de acesso de cada usuário.
 - ▶ Esta funcionalidade atuará de forma a restringir qual provedor terá acesso aos arquivos de cada fase do desenvolvimento. O foco aqui é no sistema de informação e não no gerenciamento do desenvolvimento.
- ▶ O Sistema deve permitir ao contratante consultar seu histórico de desenvolvimentos. O sistema deve disponibilizar informações relativas a desenvolvimentos anteriores.
 - ▶ Esta funcionalidade serve para que experiências anteriores sejam reutilizadas.
- ▶ O Sistema deve permitir ao provedor confirmar participação no desenvolvimento, após ter recebido o convite do contratante.

- ▶ Este é o sinal por parte do provedor que o mesmo fará parte do desenvolvimento.



Figura 31 - Diagrama UML do Módulo de Montagem de Cadeias. Fonte: Autor.

3.4.4 Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos

A área de Desenvolvimento de Produtos é a que envolve maior número de funcionalidades e de interações entre os diversos participantes da Cadeia de Desenvolvimento.

Os requisitos para esta área foram subdivididos em: Requisitos Gerais, Requisitos de Comunicação, Requisitos de Cooperação, Requisitos de Coordenação e Requisitos de Administração do Sistema.

Esta subdivisão visa tornar mais clara a especificação do Sistema, ao mesmo tempo em que contempla o conceito de Colaboração adotado para seu desenvolvimento. Cada uma destas subdivisões é ilustrada por um diagrama UML de casos de uso, seguida pela respectiva declaração de requisitos.

3.4.4.1 Requisitos Gerais

Os requisitos gerais do ambiente de desenvolvimento estão relacionados ao controle das informações referentes ao desenvolvimento de um produto. São informações relativas ao histórico do desenvolvimento, controle de versões de documentos, entre outras.

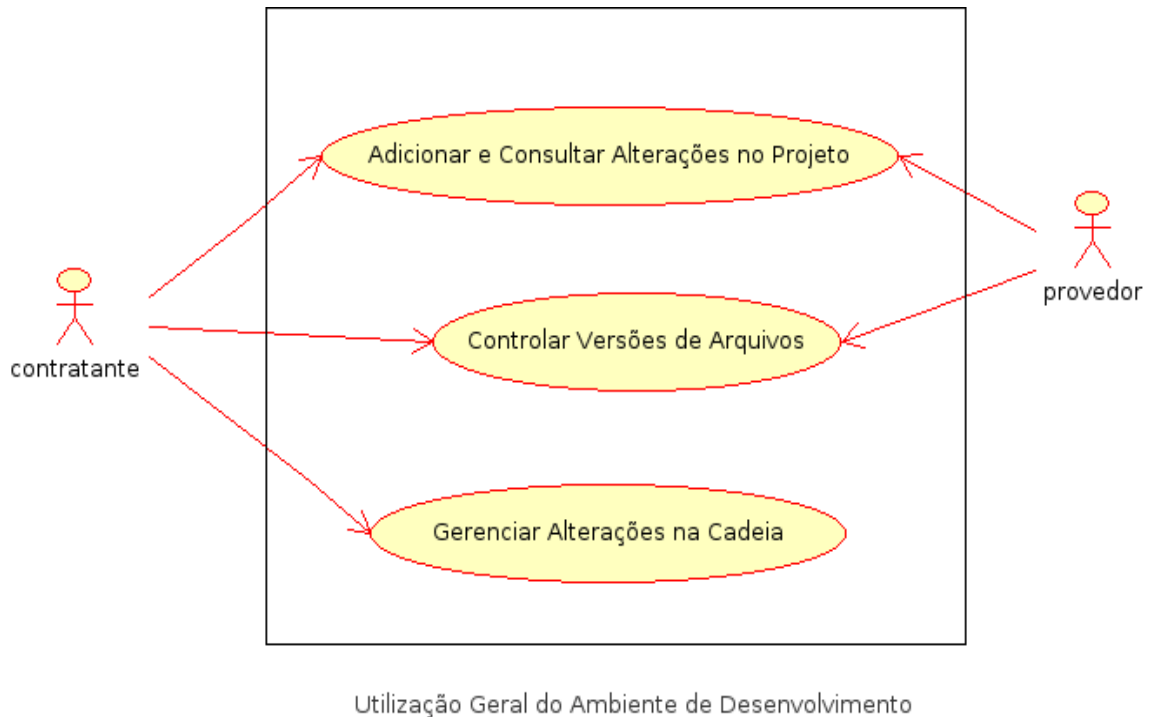


Figura 32 - Diagrama UML de Utilização Geral do Ambiente. Fonte: Autor.

Os requisitos gerais módulo de Desenvolvimento de Produtos são detalhados a seguir:

- ▶ O Sistema deve realizar o registro de todo o histórico do desenvolvimento.
 - ▶ Todos os eventos que acontecem no desenvolvimento devem ser registrados. O objetivo de tal funcionalidade é o de acompanhar o que foi realizado no desenvolvimento e por quem.
- ▶ O Sistema deve oferecer ferramentas para controle de versões de documentos.
 - ▶ Nos desenvolvimentos é muito comum a revisão de especificações e documentos. O controle de versões visa possibilitar que todos os envolvidos estejam trabalhando com as informações mais recentes ou ainda que possam recuperar versões anteriores.
- ▶ O Sistema deve permitir ao gerente de cada desenvolvimento gerenciar e modificar a cadeia montada, de forma que possa incluir/excluir novas fases, incluir/excluir membros do grupo de desenvolvimento.

- ▶ Durante o desenvolvimento a substituição de um provedor deve ser possível. Esta situação não é desejável, mas pode ocorrer. O sistema deve suportar esta ação. O mesmo acontece com fases do desenvolvimento que podem ser adicionais. Não é tão comum, mas também pode acontecer.

3.4.4.2 *Requisitos de Comunicação*

As ferramentas de comunicação tornam possível a comunicação síncrona e assíncrona entre os participantes da equipe de desenvolvimento. Tais ferramentas devem suportar não apenas os diálogos

e mensagens entre os participantes do desenvolvimento, mas também o intercâmbio de todo o tipo de documentos relacionados ao desenvolvimento, tais como: requisitos, relatórios, documentos, esboços entre outros.

Os requisitos gerais módulo de Desenvolvimento de Produtos em Comunicação são detalhados a seguir:

- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas de comunicações assíncronas (Ex: *e-mail* e painel de recados).
- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas de comunicações síncronas (Ex: *chats*, conferência de voz e vídeo).
- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros grupo de desenvolvimento a participação em fóruns de discussão abordando questões relacionadas ao desenvolvimento.
- ▶ O Sistema deve permitir aos membros do grupo de desenvolvimento fazer a carga (*upload*) de arquivos e visualizá-los, independente do formato do arquivo.
- ▶ O Sistema deve permitir ao contratante enviar uma mensagem a todos os membros do desenvolvimento.

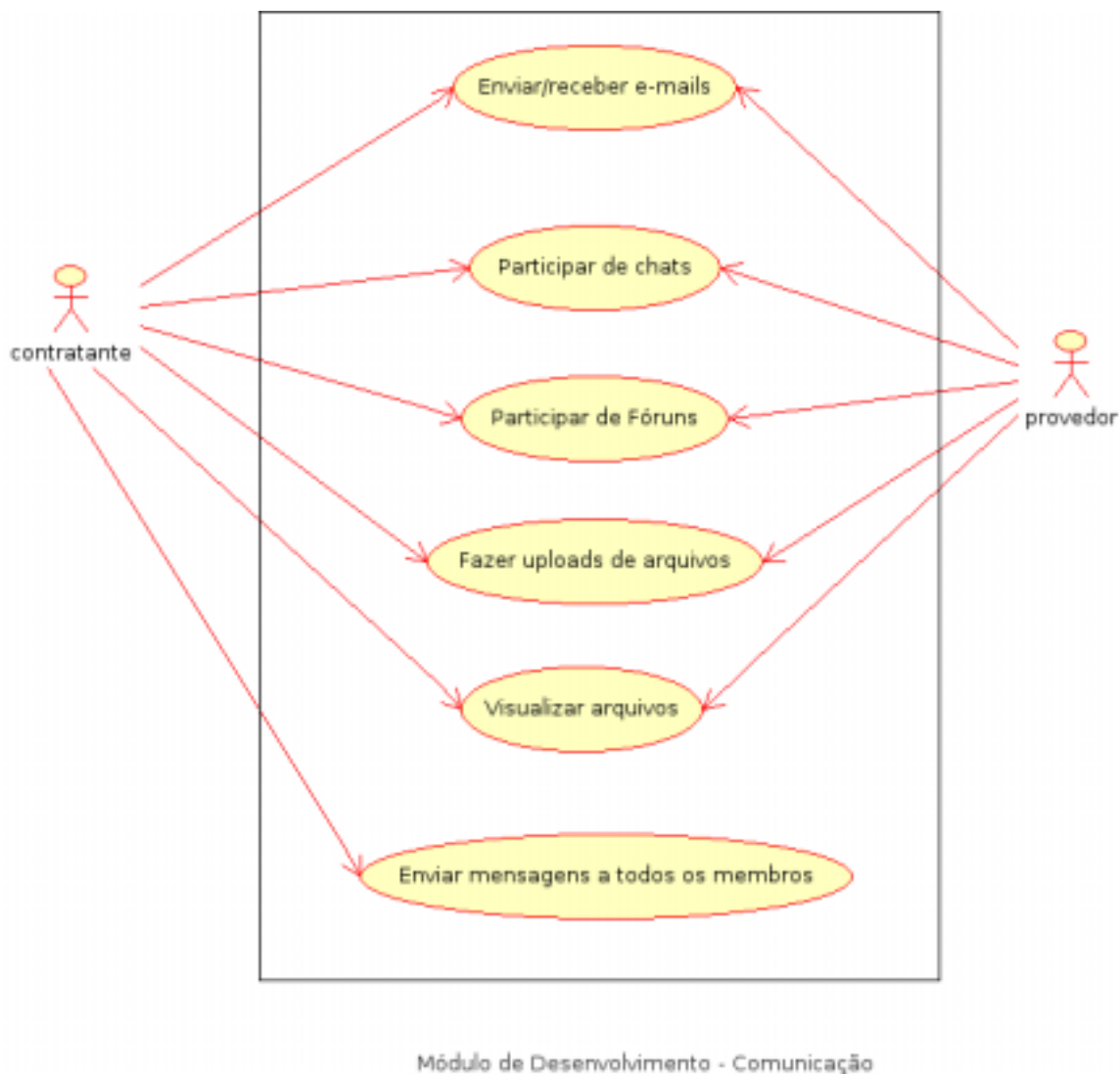


Figura 33 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Comunicação). Fonte: Autor.

3.4.4.3 Requisitos de Cooperação

Os requisitos de cooperação estão voltados à preparação do ambiente para o trabalho colaborativo. Aqui entram as ferramentas específicas de desenvolvimento de produtos (QFD, estruturas de produtos, planejamento do processo, análises FMEA, etc.), que serão utilizadas de maneira cooperativa. Estas ferramentas podem ser simples documentos eletrônicos (Ex. documentos ou planilhas do MS OFFICE ou OpenOFFICE) ou aplicativos específicos (aplicativo para realizar um QFD ou FMEA por exemplo).

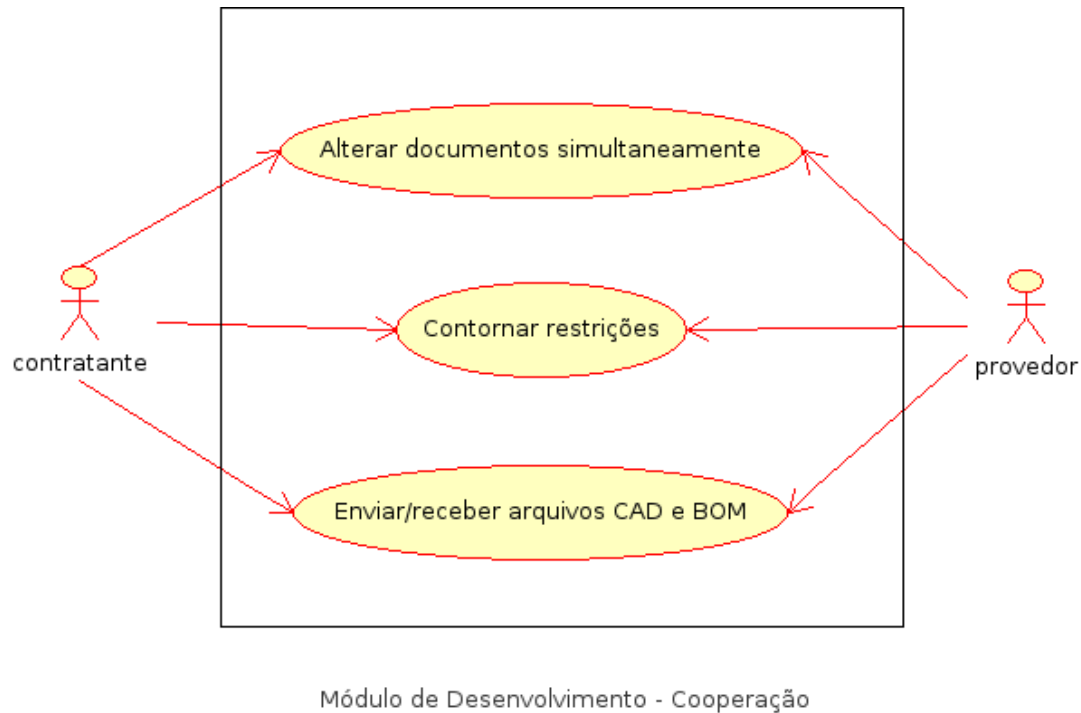


Figura 34 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Cooperação). Fonte: Autor.

Os requisitos gerais do módulo de Desenvolvimento de Produtos em Cooperação são detalhados a seguir:

- ▶ O Sistema deve permitir aos membros do grupo de desenvolvimento fazer alterações de forma simultânea em um mesmo documento ou aplicativo e visualizá-las em tempo real.
 - ▶ Esta característica é fundamental ao trabalho em grupo no desenvolvimento de produtos. Times devem trabalhar de modo remoto. Este trabalho deve ser suportado pelo ambiente.
- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas específicas que auxiliem o desenvolvimento de produtos.
 - ▶ São exemplos de aplicativos: Estruturas de Produtos, Matrizes QFD, FMEA, DFM, aplicativos CA's, como o CAE, CAM, CAPP, entre outras.
- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas que permitam o envio e recebimento de arquivos relacionados ao desenvolvimento.
 - ▶ Os arquivos mais comuns são os desenhos CAD, imagens e documentos eletrônicos.
- ▶ O Sistema deve oferecer ferramentas que possibilitem a conversão ou visualização de arquivos CAD em diversos formatos.
 - ▶ Esta característica permite a integração entre os diferentes programas utilizados por cada empresa.

3.4.4.4 Requisitos de Coordenação

Os requisitos de coordenação estão voltados aos aspectos de gerenciamento, distribuição e controle das atividades do desenvolvimento de produtos.

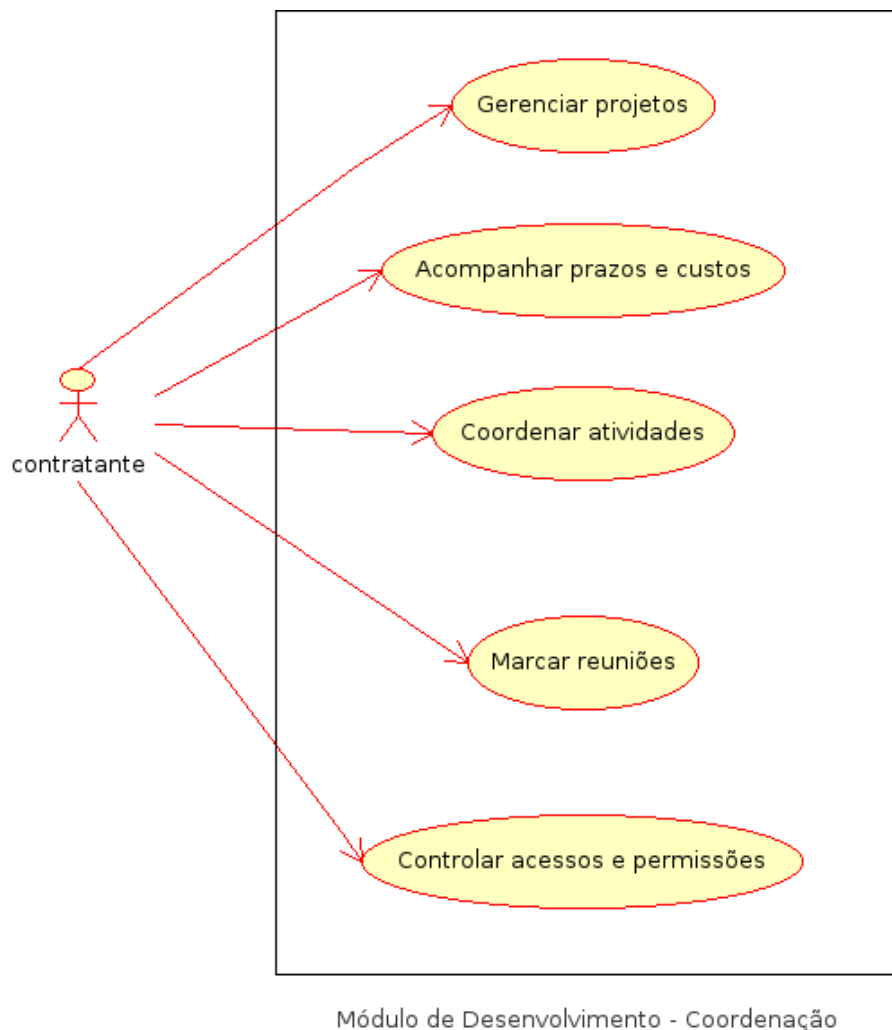


Figura 35 - Diagrama UML do Módulo de Desenvolvimento (Coordenação).

Os requisitos gerais módulo de Desenvolvimento de Produtos em Coordenação são detalhados a seguir:

- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas para gerenciamento de desenvolvimento
 - ▶ Estas ferramentas são do tipo calendário de eventos, gerenciador de tarefas, acompanhamento de prazos e acompanhamento de custos. O sistema deve poder suportar ferramenta própria, comercial (Ex. MS Project) ou tipo *OpenSource* (Ex. *dotProject*).

- ▶ O Sistema deve oferecer aos membros do grupo de desenvolvimento ferramentas de *Workflow*.
 - ▶ Estas ferramentas permitem coordenar as atividades de forma estruturada e sistematizada. Aqui também o sistema deve suportar ferramenta própria, comercial ou *OpenSource*.
- ▶ O Sistema deve oferecer ferramentas de agenda e programação para auxiliar a marcação de reuniões em grupo.
 - ▶ Esta funcionalidade é importante principalmente quando atividades síncronas devem ser realizadas.
- ▶ O Sistema deve permitir ao gerente de cada desenvolvimento controlar o acesso dos membros do grupo aos arquivos de cada fase do desenvolvimento, podendo gerenciar permissões de leitura e escrita nos documentos.

3.4.5 Requisitos Funcionais de Administração do Sistema

Os requisitos de administração do sistema estão voltados à operação e gestão do ambiente.

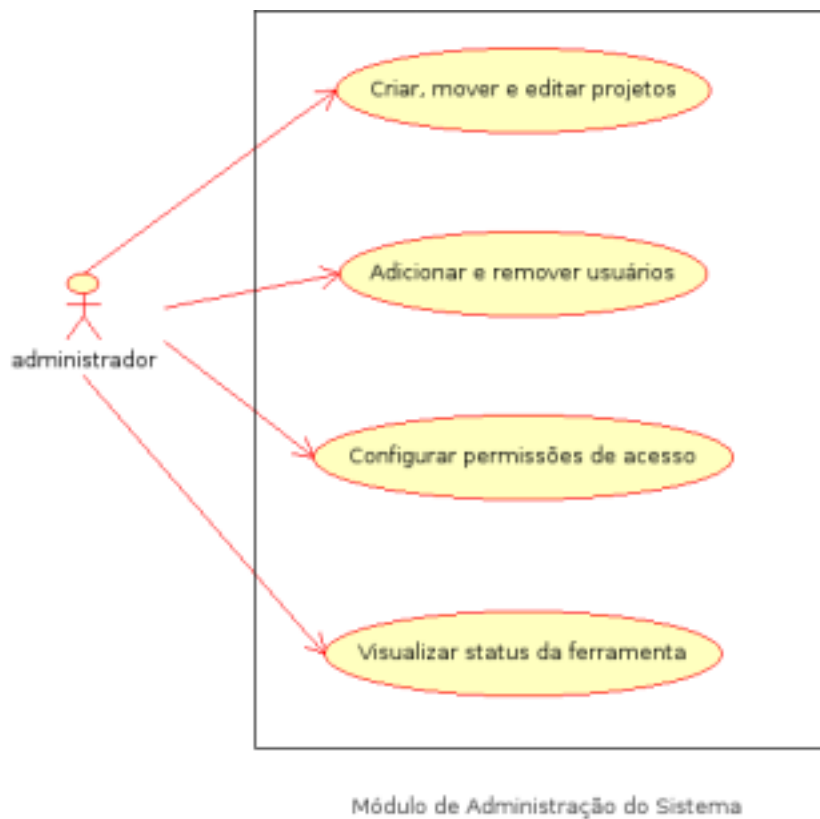


Figura 36 - Diagrama UML do Módulo de Administração. Fonte: Autor.

Os requisitos gerais módulo de Administração do Sistema são detalhados a seguir:

- ▶ O Sistema deve oferecer um painel de controle para o administrador da ferramenta, onde o mesmo possa efetuar tarefas de manutenção como:
 - ▶ Criar, remover e editar desenvolvimentos existentes
 - ▶ Adicionar e remover usuários
 - ▶ Configurar permissões individuais de acesso, por usuário e por desenvolvimento
- ▶ O Sistema deve oferecer um painel de visualização do status da ferramenta, onde seja possível acessar rapidamente informações como:
 - ▶ Status de operação do servidor;
 - ▶ Status de operação da base de dados;
 - ▶ Estatísticas de acesso por período, por usuário e por desenvolvimento.

3.4.6 Usuários

A caracterização dos perfis de usuário de um sistema é útil para o entendimento dos papéis desempenhados pelas diversas pessoas neste sistema e também para o desenvolvimento do controle de acesso ao mesmo. O controle de acesso, por sua vez, garante a cada usuário o acesso às informações e ferramentas, de que necessita para o adequado desempenho da sua função.

3.4.6.1 Classes de Usuários

Para o ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos proposto, utiliza-se a definição de perfis composta pelas classes de usuários ilustradas na figura 37.

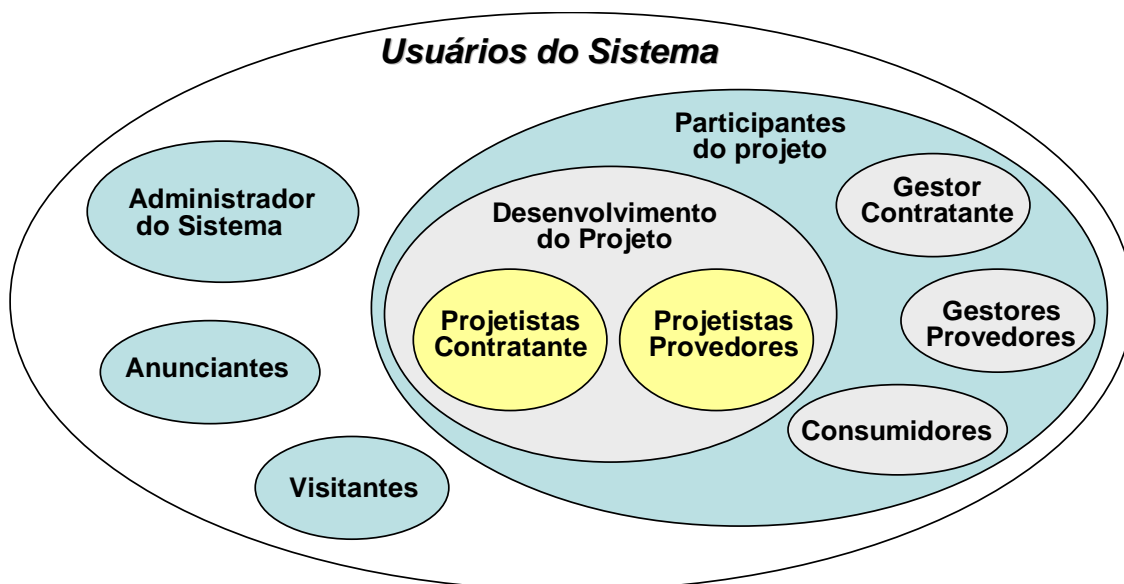


Figura 37 - Classes de usuários do ambiente proposto. Fonte: Autor.

- ▶ Administrador do sistema. Responsável pela administração do sistema. Lida com aspectos de tecnologia da informação e da metodologia do sistema.
- ▶ Anunciante. Acessa o ambiente independente de qualquer cadastro. Tem por objetivo verificar a apresentação da sua marca no ambiente.
- ▶ Visitante. Utiliza o sistema independentemente de qualquer cadastro e desenvolvimento. Pessoa que acessa o sistema no intuito de conhecer o ambiente, as suas características e funcionalidades.
- ▶ Gestor Contratante. Utiliza o sistema na condição ampla de cliente de um determinado desenvolvimento. Utiliza o sistema na condição de participante e coordenador de uma determinada equipe de desenvolvimento da empresa contratante. Pode coordenar mais de um desenvolvimento simultaneamente.
- ▶ Gestor Provedor. Utiliza o sistema na condição de participante e coordenador de uma determinada equipe de desenvolvimento de uma empresa provedora. Pode coordenar mais de um desenvolvimento simultaneamente.
- ▶ Projetista Contratante. Utiliza o sistema na condição de membro (da empresa contratante) de uma determinada equipe de desenvolvimento. Pode participar de mais de um desenvolvimento simultaneamente.
- ▶ Projetista Provedor. Utiliza o sistema na condição de membro (da empresa provedora) de uma determinada equipe de desenvolvimento. Pode participar de mais de um desenvolvimento simultaneamente.
- ▶ Consumidor. Utiliza o sistema na condição de consumidor do produto projetado. Participa quando convidado a opinar sobre o produto em desenvolvimento.

3.4.6.2 Acessos e Permissões

A tabela 1 apresenta um resumo das permissões de cada um dos usuários do ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos.

Tabela 1: Acessos e permissões para os usuários do ambiente.

<i>Perfil</i>	<i>Permissões</i>
Administrador do sistema	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cadastrar e retirar usuários e desenvolvimentos. ▶ Designar coordenadores de desenvolvimento (contratante e provedores). ▶ Interagir com os usuários.
Anunciante	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acessar o ambiente. ▶ Visitar desenvolvimentos exemplo. ▶ Interagir com o administrador do sistema
Visitante	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Acessar o ambiente. ▶ Visitar desenvolvimentos exemplo. ▶ Sugerir modificações ao administrador do sistema. ▶ Conhecer as ferramentas de desenvolvimento de produtos e de gestão do sistema. ▶ Interagir com o administrador do sistema
Gestor Contratante	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todas as permissões de um participante do desenvolvimento. ▶ Designar novos participantes para a equipe de desenvolvimento que coordena (contratante). ▶ Editar todas as informações de desenvolvimento e de produto do desenvolvimento que coordena. ▶ Interagir com os participantes do desenvolvimento.
Gestor Provedor	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todas as permissões de um participante do desenvolvimento. ▶ Designar novos participantes para a equipe de desenvolvimento que coordena (provedor). ▶ Editar todas as informações do provedor no desenvolvimento e de produto do desenvolvimento que coordena. ▶ Interagir com os participantes do desenvolvimento.
Projetista Contratante	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todas as permissões de um participante do desenvolvimento. ▶ Editar informações do desenvolvimento que participa. ▶ Interagir com os participantes do desenvolvimento.
Projetista Provedor	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todas as permissões de um participante do desenvolvimento. ▶ Editar informações do desenvolvimento que participa. ▶ Interagir com os participantes do desenvolvimento.
Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Todas as permissões de um participante do desenvolvimento. ▶ Interagir com os participantes do desenvolvimento.

3.5 Conclusão

Este capítulo apresentou os requisitos modelo do ambiente de colaboração para o desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos. Os requisitos funcionais foram subdivididos de acordo com a seqüência lógica de uso de um ambiente colaborativo de desenvolvimento de produtos (capítulo 2): Requisitos de Cadastro, de Montagem de Cadeia e de Desenvolvimento do Produto. Os Requisitos de Desenvolvimento foram ainda divididos em: Requisitos Gerais, de Comunicação, de Cooperação, de Coordenação e de Administração do Sistema. Os requisitos não-funcionais referem-se aos requisitos que são fundamentais para o desenvolvimento de um sistema. Tais requisitos relacionam-se principalmente com a escolha de tecnologias de desenvolvimento e com a definição de restrições para a implementação computacional..

No próximo capítulo é apresentada a implementação computacional do Sistema Si2P2 (Sistema Interface Integrada Produto Processo). Além da implementação é apresentado o ambiente de uso do sistema e um desenvolvimento de um produto em um cenário baseado em situação real.

CAPÍTULO 4 - VALIDAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o Labelectron (ambiente onde o sistema foi utilizado), mostrar o sistema computacional de apoio ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos (Si2P2) e ao final validar o modelo para colaboração. Na apresentação do sistema é apresentada uma visão geral da arquitetura do sistema, as tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento e as uma explicação sobre as categorias de usuários e os diferentes níveis de acesso permitidos na ferramenta. O capítulo inclui ainda um cenário de uso que foi montado com o objetivo de mostrar o sistema.

4.1 O Labelectron

Inaugurado em 21 de agosto de 2002, o Labelectron (Laboratório de Desenvolvimento e Testes de Processos e Produtos Eletrônicos) é um laboratório industrial que preconiza um modelo de sistema produtivo em pequenas séries, reunindo dois elementos centrais: uma Planta Fabril modelo em operação contínua, e um Consórcio Tecnológico (CONTEC). O modelo preconizado foi viabilizado por meio de um desenho de parceria entre a Fundação CERTI, a empresa ALCATEL no Brasil e a empresa MEGAFLEX SUL, e foi implantado e mantido através de acordos de cooperação técnico-científico da Lei de Informática.

A planta opera um sistema produtivo completo, flanqueada por um conjunto de instituições de P&D, centros de tecnologia, centros de formação de recursos humanos, incubadoras e empresas de base tecnológica que compõem o CONTEC de forma a criar um ciclo virtuoso de produção competitiva e desenvolvimento tecnológico para placas eletrônicas, num processo/ambiente cooperativo.

O CONTEC é gerenciado pela Fundação CERTI. A Fundação CERTI (Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras) é uma instituição independente e sem fins lucrativos, de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, com foco na inovação em negócios, produtos e serviços no segmento de tecnologia da informação.

As atividades de produção industrial, lotes piloto, pré-séries e prototipagem de placas eletrônicas são realizadas por uma empresa especializada - MEGAFLEX SUL - sendo ela responsável pela operação da planta industrial. As atividades do CONTEC no Labelectron caracterizam-se como projetos de pesquisa, de desenvolvimento e de aplicação, capacitação na forma de seminários, cursos, workshops e visitas técnicas.

O Labelectron é um laboratório de manufatura eletrônica de placas de circuito impresso, voltado ao desenvolvimento e teste de processos e produtos eletrônicos, por meio da realização de pesquisas, desenvolvimentos tecnológicos e serviços especializados. O laboratório permitirá à CERTI nuclear e disseminar um amplo leque de conhecimentos e soluções no contexto da produção com qualidade assegurada, em pequenos lotes e pequenas séries. Além de ser um laboratório de desenvolvimento de tecnologias, o Labelectron opera com características próximas a uma produção industrial.

A planta fabril é composta de sistemas completos (conjuntos de máquinas, equipamentos e instrumentos) para prestar serviços especializados de montagem de placas com as tecnologias SMT (*Surface Mount Technology*) e THT (*Through Hole Technology*). A planta possui condições e capacidades operacionais para a avaliação e desenvolvimento de cada etapa do processo produtivo, assim como para a formação de pessoal técnico.



Figura 38 - Planta Fabril. Fonte: Labelectron (2008).

No dia 23 de agosto de 2005, a Fundação CERTI em parceria com a FINEP inaugurou a Engenharia de Desenvolvimento de Placas Eletrônicas (EDP) do Labelectron. Desenvolvimento de Placas Eletrônicas. A Engenharia de Desenvolvimento de Placas Eletrônicas, opera num sistema de engenharia simultânea com os clientes e seus fornecedores, visando prover a melhor solução eletrônica no desenvolvimento de seus produtos.

A produção do Labelectron vem crescendo muito nos últimos anos. A produção na manufatura de Placas Eletrônicas é medida em função do número de componentes montados. Em dezembro de 2007 o Labelectron totalizou 209.531.480 componentes inseridos (figura 39).

Hoje (ano de 2008) o Labelectron, em termos de estrutura e capacidade, possui:

- ▶ 1470 m² de área construída, sendo 700 m² de área para serviços especializados;
- ▶ 140 m² de infra-estrutura preliminar para instalação de laboratórios de testes e ensaios;

- ▶ 280m² de área para P&D, Recursos Humanos, Prototipagens, Pequenas Séries e Ensaios;
- ▶ Capacidade para montagem de até 18 milhões de componentes/mês;
- ▶ 1 linha de montagem por SMT (*Surface Mount Technology*);
- ▶ 1 linha de montagem por THT (*Through Hole Technology*).

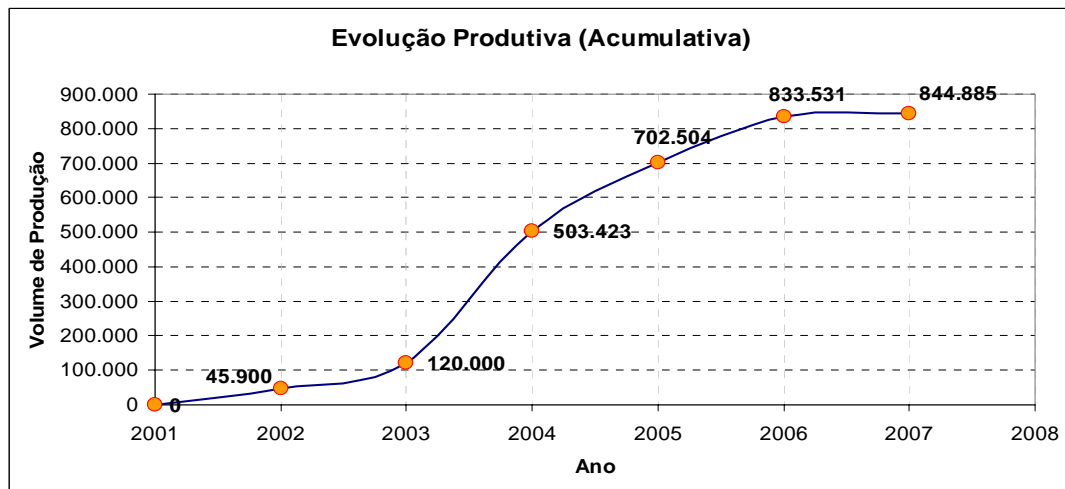


Figura 39 - Evolução da Produção do Labelectron. Fonte: Fundação Certi (2007).

Existem no Labelectron duas equipes, uma focada no desenvolvimento de produtos e outra de envolvida da manufatura.

A equipe de desenvolvimento de produtos é composta por 14 técnicos de nível superior (1 Especialista, 3 Mestres, 1 Doutor e 9 Engenheiros) e 4 técnicos de nível médio. As especialidades da equipe são nas áreas de: Produção Elétrica, Mecânica, Materiais, Eletrônica, Automação e Informação Tecnológica.

A manufatura, de responsabilidade da MEGAFLEX SUL, é composta por 3 supervisores nível superior, 3 técnicos de nível médio, 1 gerente industrial e 1 gerente de processos. As especialidades da equipe são nas áreas de eletro-técnica, produção elétrica e soldagem. A operação (manufatura) é conduzida por 75 colaboradores.

4.2 Utilização do Sistema

O modelo do ambiente de colaboração foi implementado. O sistema foi denominado de Si2P2 (Sistema Interface Integrada Produto Processo). O sistema foi desenvolvido e uma primeira versão foi disponibilizada no Labelectron. O sistema foi utilizado por cerca de três meses (março, abril e maio de 2008). Durante este período o sistema foi utilizado em dois desenvolvimentos de produtos.

Por questões de proteção à propriedade intelectual e contratos de confidencialidade do Labelectron com seus clientes, a utilização do sistema com dados “reais” não pode ser apresentada. Para contornar esta situação, e poder mostrar o sistema, foi montado um “caso de uso” do sistema Si2P2. Trata-se de um cenário baseado nas situações reais que aconteceram no período de utilização.

Na seqüência o Si2P2 (tecnologia e visão geral do sistema) é apresentado, seguido do “caso de uso” do sistema, montado com o objetivo de ilustrar o processo de desenvolvimento de um novo produto eletrônico, com o auxílio da ferramenta proposta.

4.3 Tecnologia Utilizada

O sistema Si2P2 foi executado em um servidor Apache com o Linux como sistema operacional.

Como linguagem de programação, foi utilizada a linguagem PHP. Esta escolha se deveu ao fato do PHP ser uma linguagem de programação na *Web* gratuita e amplamente utilizada.

Juntamente com o PHP foi utilizado o MySQL, por ser este um sistema de gerenciamento de banco de dados extremamente versátil que permite construir aplicações interativas e bastante complexas. O MySQL é atualmente o gerenciador de bancos de dados de código livre mais utilizado no mundo e trabalha em grande sintonia com o PHP.

Para o gerenciamento do conteúdo foi utilizada a ferramenta CMS (*Content Management System*) Drupal 5.7. A escolha pelo Drupal deu-se por ser um pacote de *software opensource* que permite o uso colaborativo para publicar, gerenciar e organizar uma grande variedade de conteúdo em um *website*. Opera bem com o Linux, PHP, Servidor Apache e Banco de dados MySQL. Entre as suas principais funcionalidades estão o ambiente *groupware*, *blogs*, gerenciamento de contatos, *fórum*, *newsletters*, *podcasting*, *download* e *upload* de arquivos.

4.4 Visão Geral do Sistema

O CMS (Drupal) foi utilizado para compor as três áreas funcionais do sistema (cadastro/montagem de cadeia/desenvolvimento de produto). As macro-funcionalidades de cada área estão descritas na figura 40.

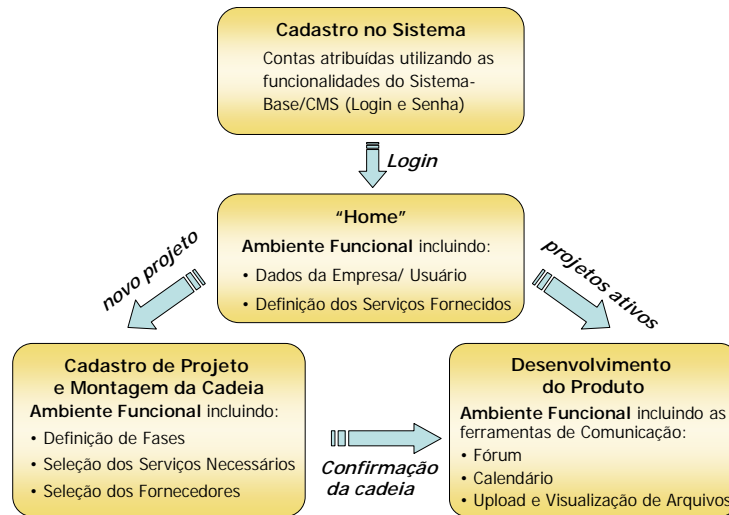


Figura 40 - Macro-funcionalidades do sistema. Fonte: Autor.

Parte das funcionalidades básicas de comunicação foi composta a partir de módulos do CMS. As funcionalidades diferenciadas (ex. montagem da cadeia) foram desenvolvidas utilizando linguagens de programação e bases de dados *opensource*.

Na primeira fase do desenvolvimento o sistema ficou restrito, em termos de ferramentas de desenvolvimento de produto, às ferramentas de comunicação (figura 41).

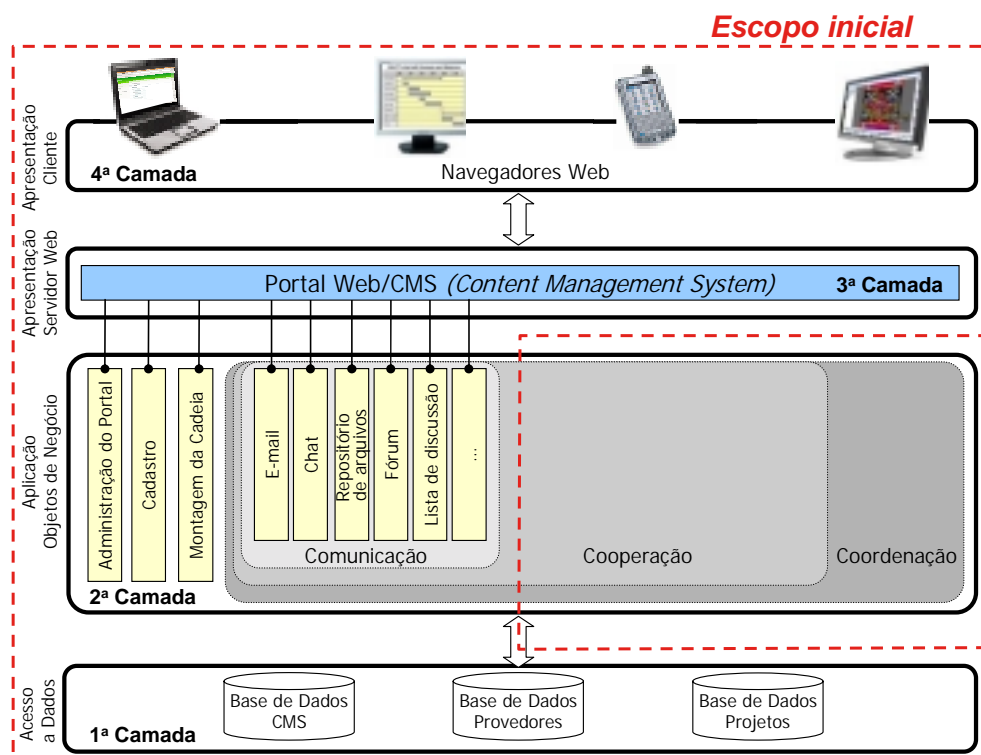


Figura 41 - Foco inicial do desenvolvimento. Fonte: Autor.

4.5 Papéis dos Usuários

Para controlar as permissões de acesso no sistema definidos no item 3.4.6.2 foram criados papéis que são associados a cada tipo de usuário, listados a seguir:

- ▶ Administrador - Administrador do Si2P2;
- ▶ Usuário anônimo - Possui as permissões de um Visitante;
- ▶ Usuário autenticado - Possui acesso ao sistema, podendo inclusive ser convidado a participar de desenvolvimentos;
- ▶ Anunciante - Possui acesso a ferramentas para incluir anúncios e acompanhar as estatísticas de visualização de sua marca no Sistema;
- ▶ Contratante - Pode solicitar novos desenvolvimentos ao sistema, gerenciando o processo de montagem da cadeia;
- ▶ Provedor - Pode cadastrar seus serviços no sistema, deixando suas informações disponíveis para o processo de busca de fornecedores durante a montagem da cadeia.

Cada classe de usuário, definido no item 3.4.6.1, pode ser implementado com os papéis criados no sistema e, para alguns casos, através do *status* em seu grupo de desenvolvimento.

Cada desenvolvimento cadastrado no sistema terá um ou mais usuários com *status* de *manager*, sendo que um deles será obrigatoriamente o usuário contratante que é dono do desenvolvimento. Desta forma, ele fará parte da classe “Gestor Contratante”.

O “Gestor Contratante” pode convidar usuários cadastrados a participarem de seu grupo de trabalho. Poderá também dar permissões de acesso aos membros participantes de seu desenvolvimento, incluir e excluir membros. Ele pode inclusive dar permissão de *manager* do grupo a outros membros.

O “Gestor contratante” pode convidar um colaborador de sua empresa (devidamente cadastrado no sistema) a tornar-se membro de seu grupo de desenvolvimento. Desta forma, este novo membro será classificado como “Projetista Contratante”.

O “Gestor Contratante” pode convidar algum cliente (devidamente cadastrado no sistema) a tornar-se membro de seu grupo de desenvolvimento. Assim, este cliente estará incluído na classe “Consumidor”.

O usuário com o papel de Provedor que estiver em um grupo de desenvolvimento pode ser classificado como “Projetista Provedor”, caso tenha permissões padrões de um membro do grupo, ou como “Gestor Provedor”, caso tenha status de *manager* do grupo.

As tabelas 2 e 3 mostram as relações entre as classes de usuários definidas no item 3.4.6.1 e a forma como foram implementadas no CMS.

Tabela 2: Usuários padrão do CMS.

Perfil no Si2P2	Papel no CMS
Administrador do Sistema	Administrador (<i>login admin</i>)
Visitante	Usuário anônimo (<i>anonymous user</i>)
Anunciante	Anunciante
Usuário Cadastrado	Usuário autenticado (<i>authenticated user</i>)

Todos os usuários de grupos pertencem ao papel “usuário autenticado” no módulo de gerenciamento de grupos do CMS, podendo, simultaneamente, ter mais de um papel associado, conforme tabela 3. Cada grupo de usuários é associado a um Desenvolvimento de Produto; usuários podem receber status de gerente (“*manager*”) em um ou mais grupos simultaneamente.

Tabela 3: Usuários do módulo de Grupos.

Perfil no Si2P2	Papéis no CMS	Status no Grupo
Gestor Contratante	Usuário autenticado, Contratante	<i>Manager</i>
Gestor Provedor	Usuário autenticado, Provedor	<i>Manager</i>
Projetista Contratante	Usuário autenticado	Membro
Projetista Provedor	Usuário autenticado	Membro
Consumidor	Usuário autenticado	Membro convidado

4.6 Ambiente de Utilização

Para demonstração da utilização do sistema, compôs-se um cenário hipotético de desenvolvimento de novo produto eletrônico, onde o cliente (contratante do produto) utiliza a

ferramenta para agregar todas as competências necessárias ao desenvolvimento do produto, e é capaz de acompanhar todas as etapas do desenvolvimento através da Internet.

4.6.1 Personagens do Cenário Simulado:

Para a utilização do ambiente foram definidos os seguintes personagens:

“*Cliente1*” é uma empresa de desenvolvimento de produtos eletrônicos que terceiriza parte de sua cadeia de produção. Para lançar um novo módulo de transmissão *wireless* para computadores, necessita de um fabricante de placas de circuito impresso nuas (PCI's), e também de uma *contract manufacturer* capaz de manufaturar as placas conforme as especificações de desenvolvimento.

“*Projetista1*” é um designer de produtos eletrônicos que trabalha para “*Cliente1*”, e está envolvido tecnicamente no desenvolvimento do novo módulo *Wireless*.

“*Fornecedor PCI 1*”, e “*Fornecedor PCI 2*”, “*Fornecedor PCI 3*” e “*Fornecedor PCI 4*” são possíveis fornecedores de placas de circuito impressos nuas, que estavam previamente cadastrados na ferramenta como provedores de serviço.

“*Montadora 1*”, e “*Montadora 2*”, “*Montadora 3*” e “*Montadora 4*” são possíveis fornecedores de montagem de Placas de Circuito Impresso, que estavam previamente cadastradas na ferramenta como provedores de serviço.

4.6.2 Dados do Produto a ser Projetado e Manufaturado

Nome do Produto: Módulo Transmissor Wireless

Código do Modelo: MTX-3025

Tipo de Produto: Placa de Circuito Impresso dupla-face SMD

Prazo de Lançamento do Produto: Setembro/2008



Figura 42 - Imagem ilustrativa do produto a ser desenvolvido. Fonte: Labelectron.

4.7 Utilização da Ferramenta

Considerando o cenário apresentado, segue-se a apresentação do uso das ferramentas desenvolvidas, de acordo com a seguinte divisão em etapas de utilização:

- ▶ **Etapa 1. Cadastro** - Nesta etapa “Cliente1” visita o site da ferramenta, com o objetivo de obter uma nova conta de acesso; por outro lado, os possíveis prestadores de serviço cadastram-se na ferramenta indicando suas áreas de atuação e configurando características de seus serviços prestados.
- ▶ **Etapa 2. Montagem de Cadeia de Suprimentos** - Após obter uma conta de Contratante no Sistema, “Cliente1” utiliza o site para cadastrar características de seu novo produto e para buscar possíveis provedores. De acordo com as capacidades destes possíveis fornecedores, e com o auxílio de ferramentas de comunicação on-line, o Contratante conclui a seleção dos *players* de sua cadeia de suprimentos.
- ▶ **Etapa 3. Desenvolvimento do Produto** - Nesta fase ocorre maior grau de interação entre Cliente e Provedores. Projetistas devem comunicar seus requisitos técnicos, à medida que os provedores devem ser capazes de realimentar suas restrições de processo, que possam requerer alterações no desenvolvimento. É a etapa que exige maior grau de coordenação entre as atividades, necessitando, portanto de um conjunto especial de ferramentas de interação e de gerenciamento de desenvolvimentos.

4.7.1 Área de Cadastro

O usuário visitante no site acessa a página inicial do sistema, onde pode solicitar uma nova conta de acesso.

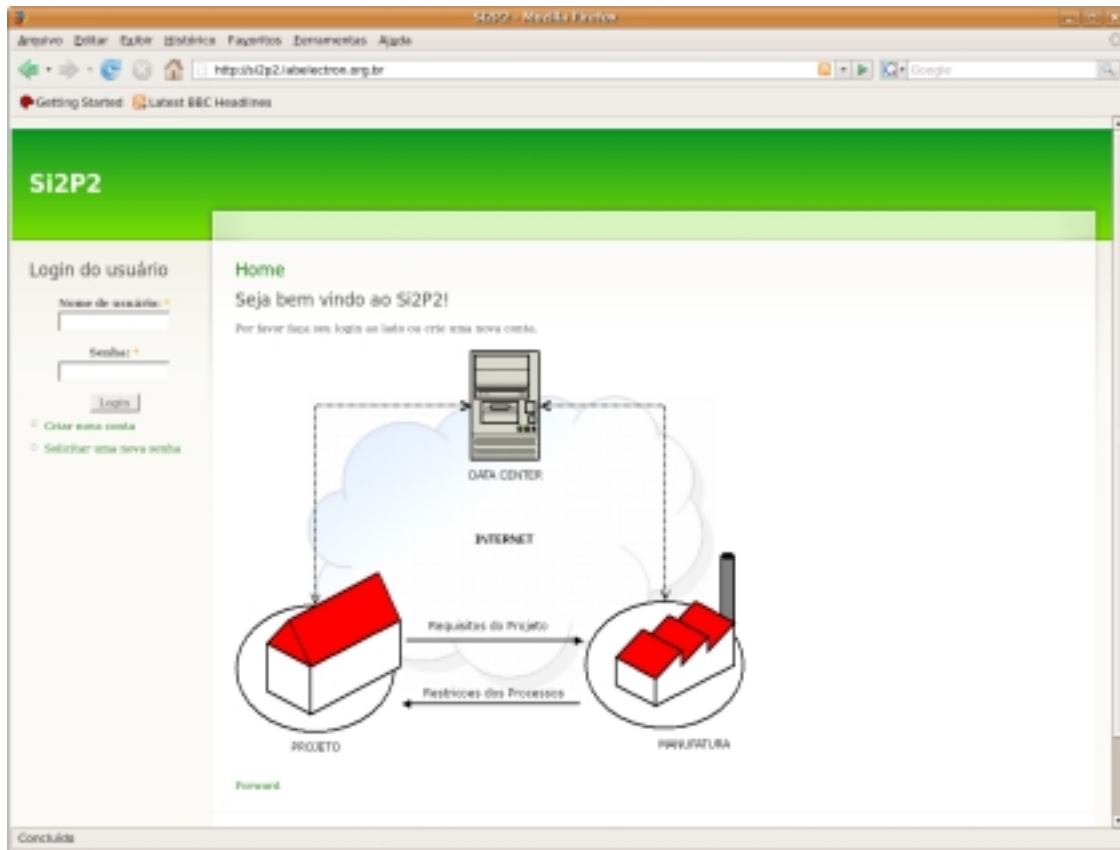


Figura 43 - Página Inicial. Fonte: Autor.

4.7.1.1 Criação de Nova Conta

Na página de criação de novas contas, o usuário cadastra-se no sistema informando o nome de usuário e uma conta de e-mail onde será enviada a confirmação de cadastro e uma senha provisória, que poderá ser alterada posteriormente. Nesta tela é feita também a solicitação do tipo de conta desejado pelo usuário (Contratante, Provedor ou Anunciante), que será aprovado e atribuído pelo administrador do sistema.

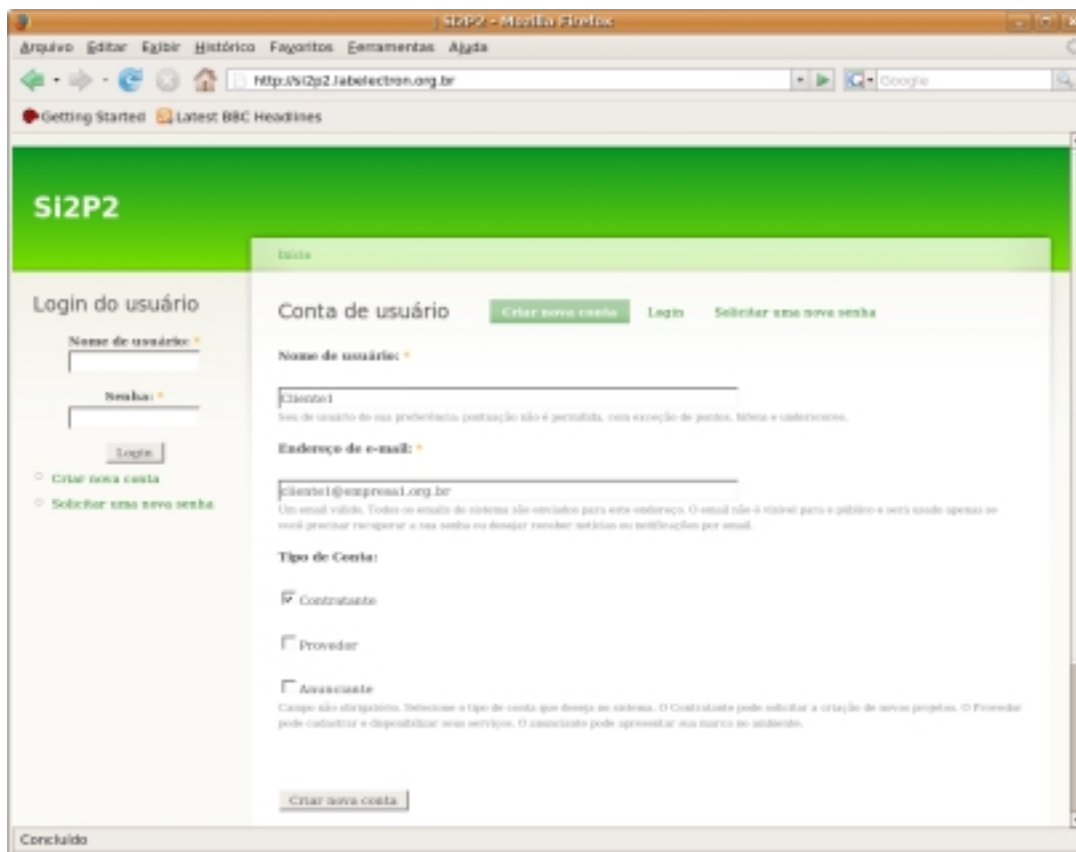


Figura 44 - Criação de Nova Conta. Fonte: Autor.

4.7.1.2 Gerenciamento de Perfil

O usuário cadastrado como Provedor tem acesso à área de Gerenciamento de Perfil, onde cadastra informações que serão disponibilizadas no sistema de forma que possibilite o processo de busca de provedores para a montagem da cadeia durante a criação de novos desenvolvimentos.

Na Figura 45 o usuário “Montadora1” acessa a aba “Detalhes” na tela de Gerenciamento de Perfil, aonde irá preencher um formulário com informações gerais da empresa.

Gerenciamento de Perfil

Cadastro | Serviços Fornecidos

Nome:

Login:

Email:

Telefone:

Fax:

Celular:

Logradouro: Número:

Complemento:

Cidade: Estado: CEP:

Figura 45 - Cadastro de Informações do Provedor. Fonte: Autor.

Na aba “Serviços Fornecidos”, ilustrado na Figura 46, o usuário cadastra os tipos de serviços fornecidos pela sua empresa.

Gerenciamento de Perfil

Cadastro | **Serviços Fornecidos**

Indique os serviços fornecidos por sua empresa:

Projeto Conceitual

Projeto Eletrônico

Layout

Fabricação de Protótipo

Fabricação de PDI

Montagem

Integração de Produto

Serviços de Logística

Figura 46 - Cadastro dos Serviços Fornecidos. Fonte: Autor.

4.7.1.3 Acesso ao Sistema

O acesso ao sistema será efetuado através da tela de *login* do usuário, onde deverá ser fornecido o nome de usuário e a senha. Todo usuário registrado terá acesso a recursos básicos como alteração de seus dados pessoais. De acordo com o papel solicitado, o usuário terá diferentes níveis de acesso.

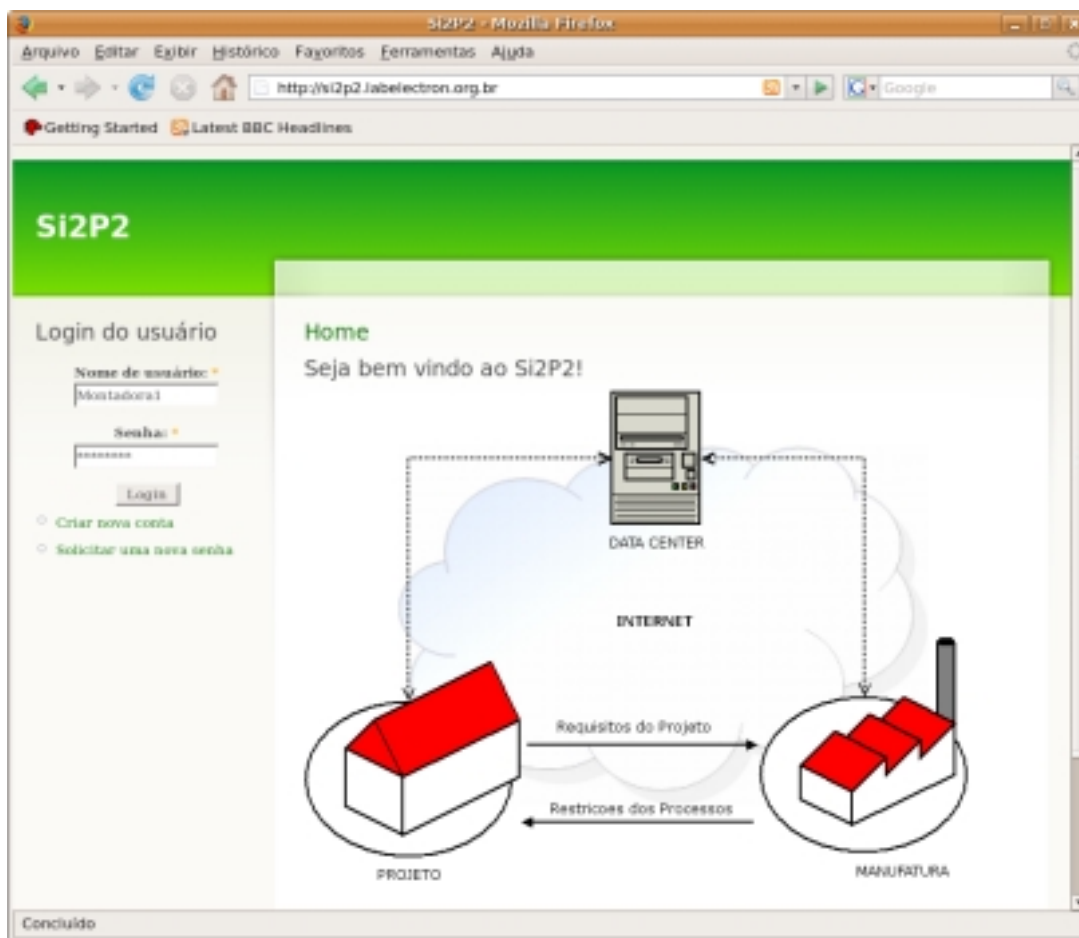


Figura 47 - Acesso ao sistema. Fonte: Autor.

4.7.2 Área de Montagem da Cadeia

4.7.2.1 Acesso aos Desenvolvidos

O usuário cadastrado com o papel de Contratante pode acessar seus desenvolvimentos através do menu “Projetos Ativos”. Além de acessar os desenvolvimentos já existentes, através da página inicial também é possível solicitar a abertura de novos desenvolvimentos (figura 48).

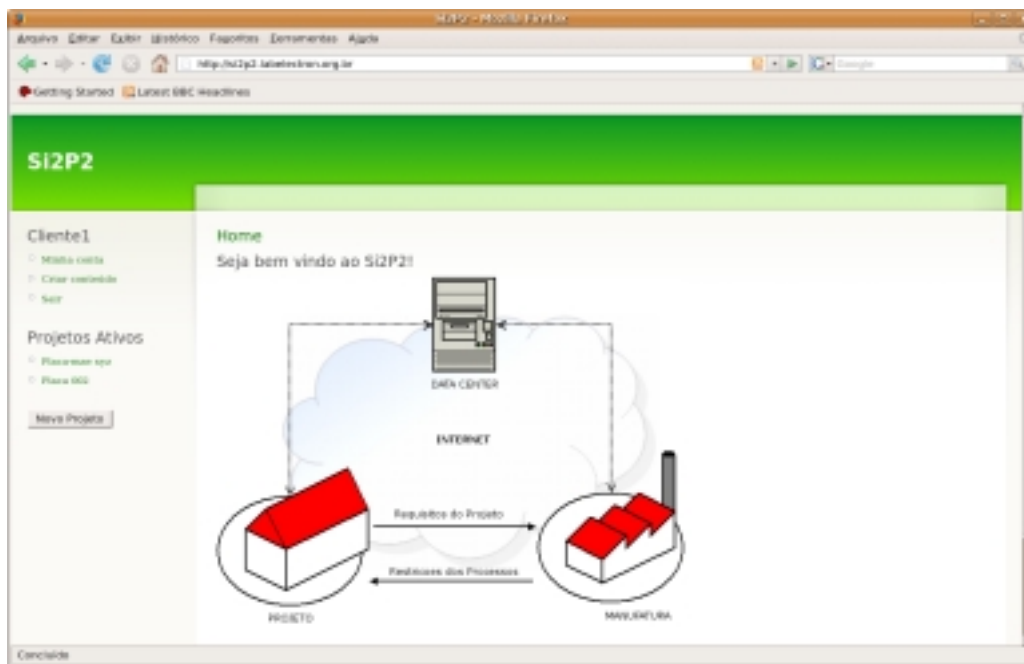


Figura 48 - Acesso aos desenvolvimentos ativos. Fonte: Autor.

4.7.2.2 Criação de um Novo Desenvolvimento

Após selecionar a opção “Novo Projeto”, o usuário pode navegar nas abas apresentadas para realizar a configuração do desenvolvimento e a montagem da cadeia. Na aba “Cadastro”, deve ser preenchido um formulário com informações gerais sobre o desenvolvimento e a definição das fases a serem utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

NOME	PREVISÃO INÍCIO	PREVISÃO FIM
1. Projeto Detalhado	15/04/2008	15/07/2008
2. Lote Piloto	15/07/2008	30/07/2008
3. Produção em Série	01/08/2008	30/12/2008

Figura 49 - Cadastro de Novo Desenvolvimento. Fonte: Autor.

Na aba “Perfis de Fornecedores” são selecionados os serviços necessários para a execução do desenvolvimento.

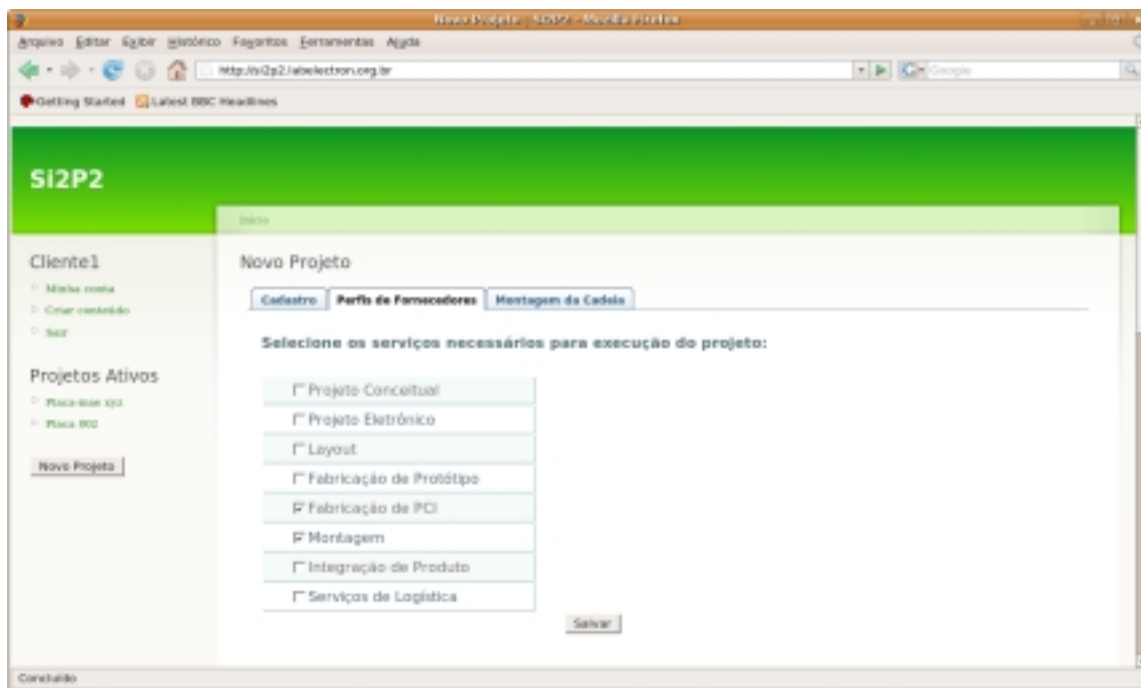


Figura 50 - Seleção dos Perfis de Fornecedores. Fonte: Autor.

Acessando a aba Montagem da Cadeia, o contratante busca parceiros para o desenvolvimento. Para cada tipo de serviço escolhido na aba “Perfis de Fornecedores”, serão carregados e visualizados um conjunto de provedores cadastrados no sistema.

O contratante do desenvolvimento poderá enviar questionamentos e mensagens às empresas, a fim de negociar condições de fornecimento como orçamentos e prazos de entrega, acessando o botão “contato” referente a cada provedor encontrado. A figura abaixo ilustra o resultado da busca, onde são mostrados os fornecedores potenciais para os serviços selecionados para o desenvolvimento (neste caso, fabricação de PCI e Montagem da placa).

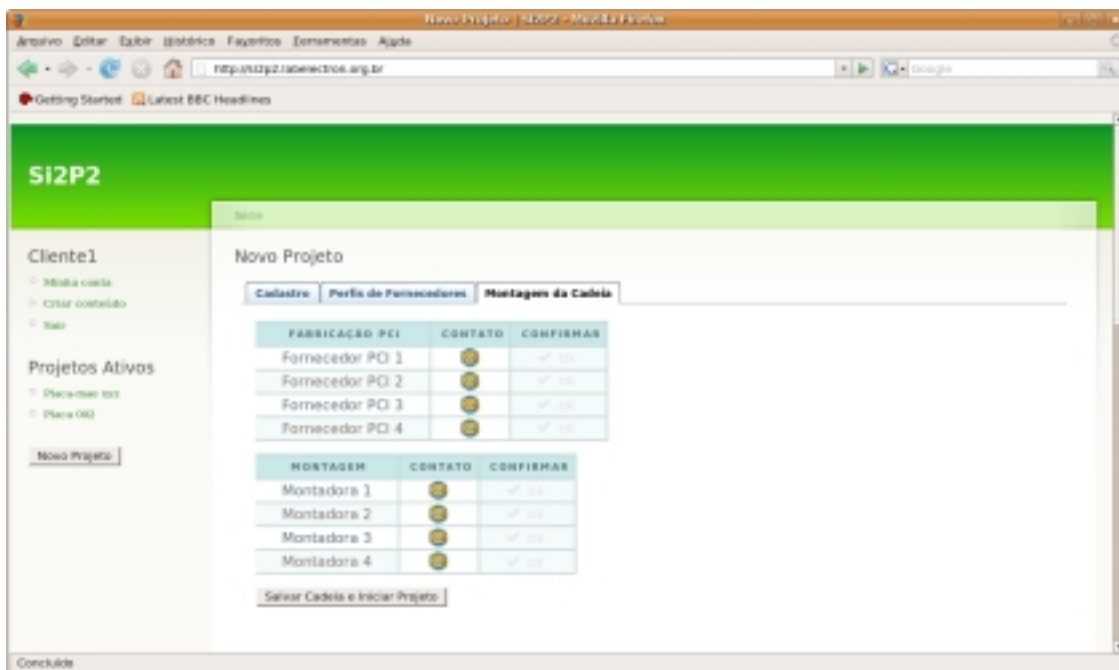


Figura 51 - Montagem da Cadeia. Fonte: Autor.

Após ter feito os contatos iniciais, o contratante confirma a cadeia de suprimentos utilizando a tela de montagem da cadeia. Assim, o desenvolvimento é automaticamente aberto no sistema, com as devidas permissões de acesso para os provedores confirmados.

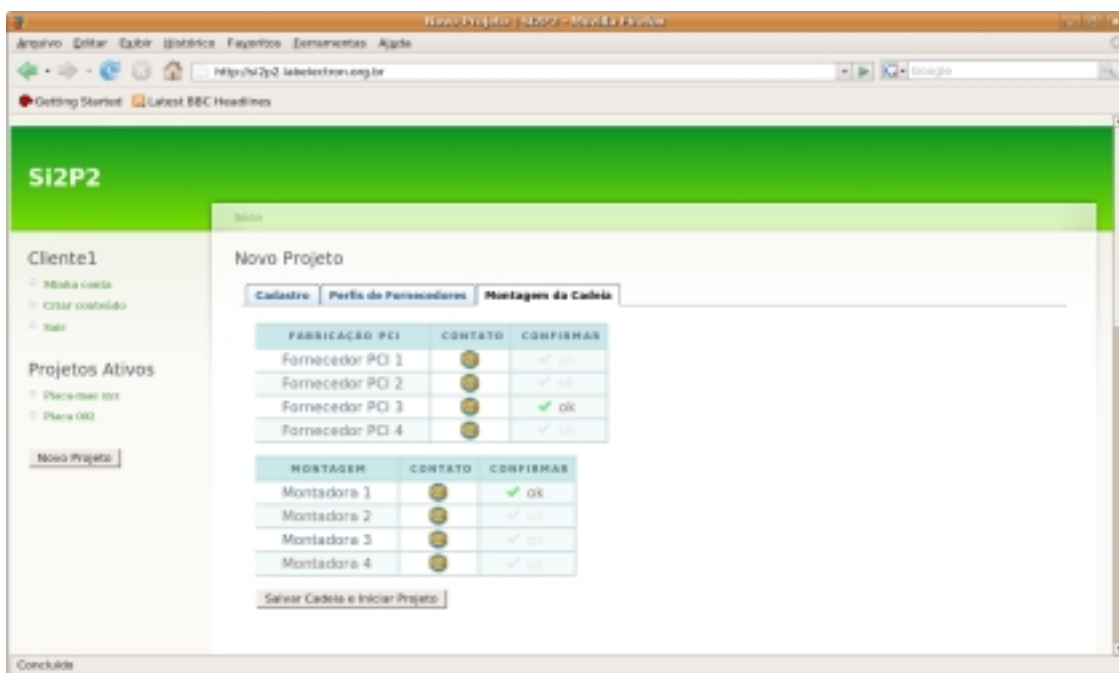


Figura 52 - Confirmação da Cadeia. Fonte: Autor.

4.7.3 Área de Desenvolvimento do Produto

Após o processo de Montagem de Cadeia e a definição da equipe de desenvolvimento, é inicializado um ambiente de Desenvolvimento de Produtos acessível aos membros da equipe (contratante do desenvolvimento e provedores selecionados).

Neste ambiente estará disponível um conjunto de funcionalidades para auxiliar o desenvolvimento, além das ferramentas de comunicação que já estavam em uso durante o cadastro do projeto e montagem da cadeia. A seguir ilustram-se algumas das principais funcionalidades que estarão disponibilizadas nesta primeira versão do sistema.

Compartilhamento de arquivos

Os arquivos principalmente compartilhados são arquivos do tipo CAD que são visualizados no sistema como arquivos de imagem padrão “*jpg, gif ou bmp*”(figura 53). Outros arquivos podem ser compartilhado com o destaque para arquivos padrão MS OFFICE, principalmente planilhas Excel, por exemplo, um FMEA ou uma de uma estrutura de produto (figura 54).

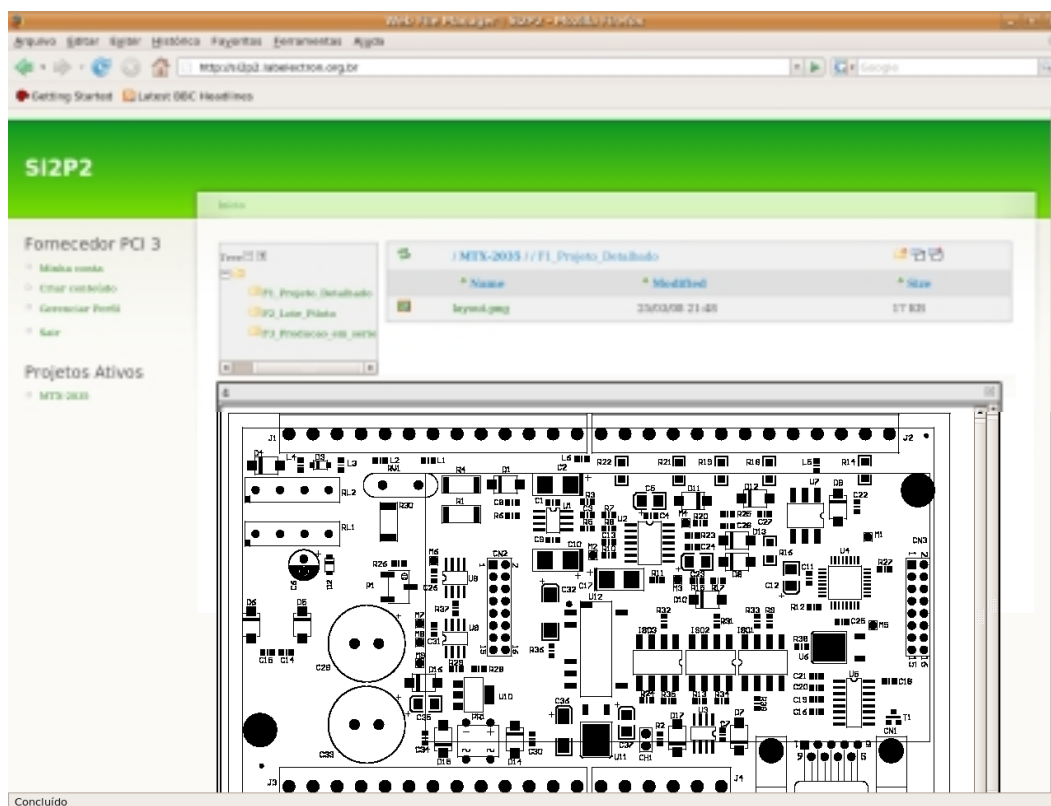


Figura 53 - Fornecedor PCI 3 acessa o desenho do layout. Fonte: Autor.

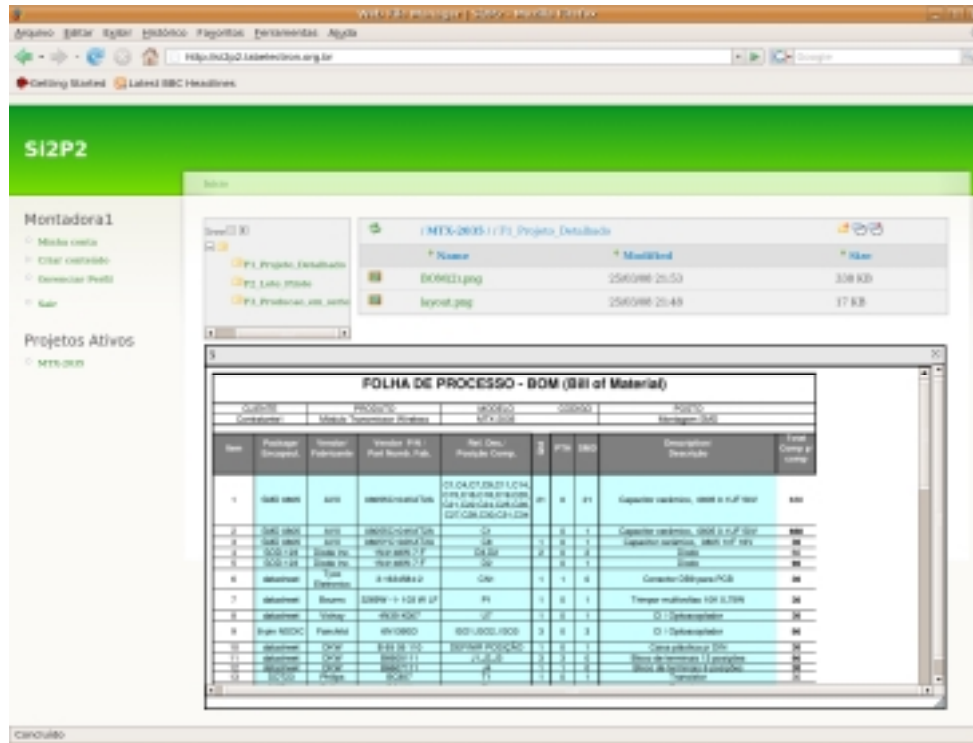


Figura 54 - Montadora 1 acessa a estrutura do produto. Fonte: Autor.

Fórum - Discussão de temas referentes ao desenvolvimento.

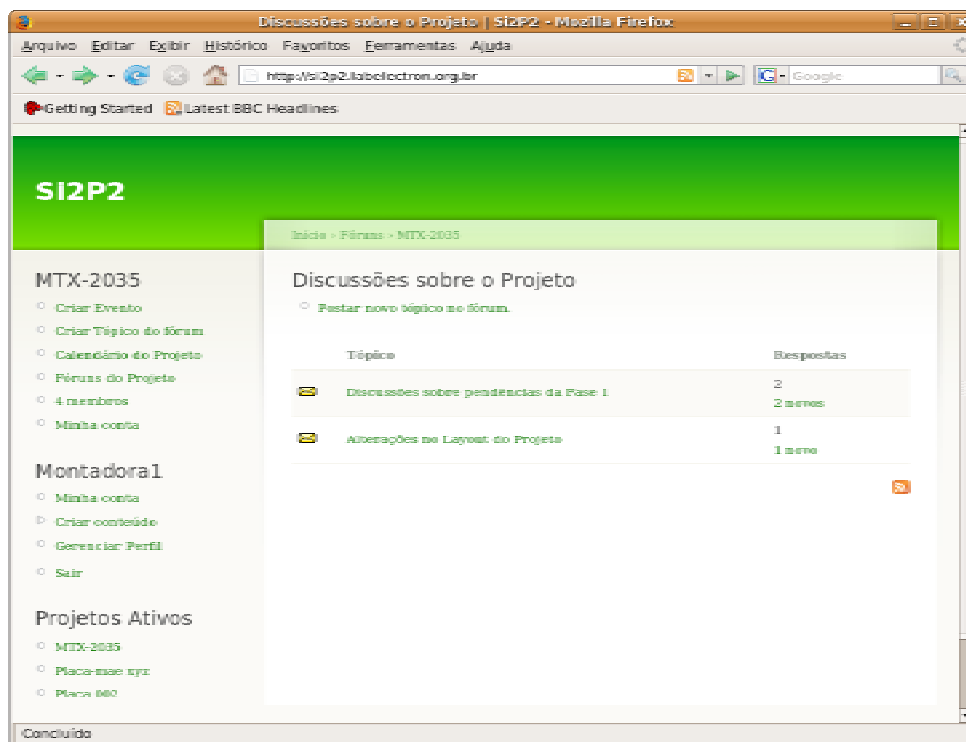


Figura 55 - Tópicos de discussão no desenvolvimento. Fonte: Autor.

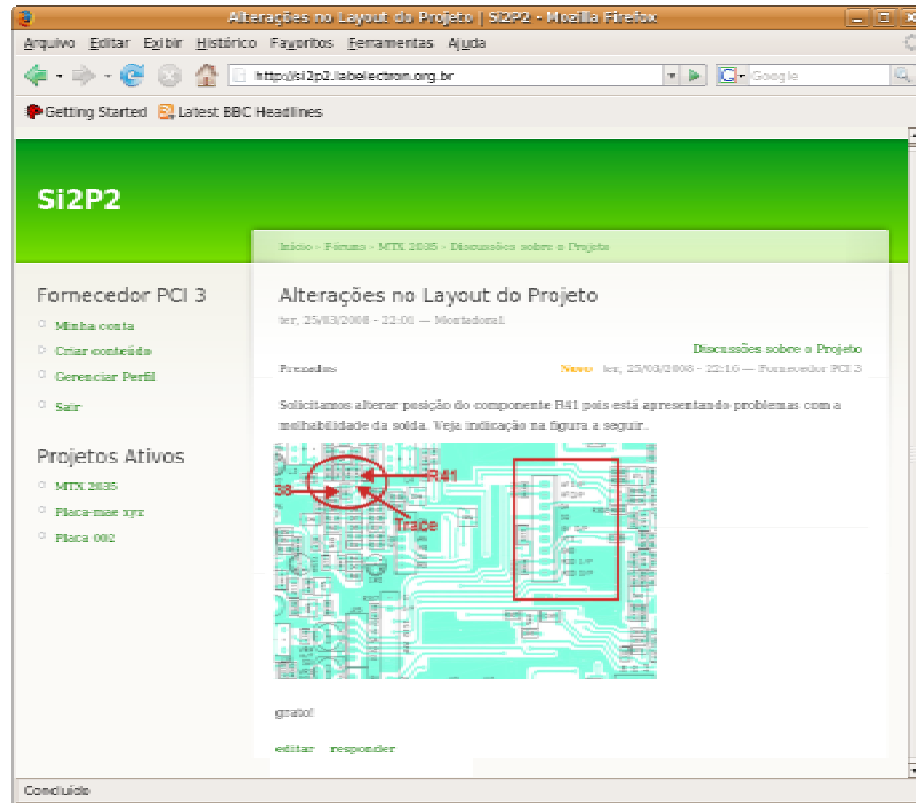


Figura 56 - Mensagem de um desenvolvedor indicando alterações no produto. Fonte: Autor.

Calendário – Compartilhamento de agendas para reuniões.

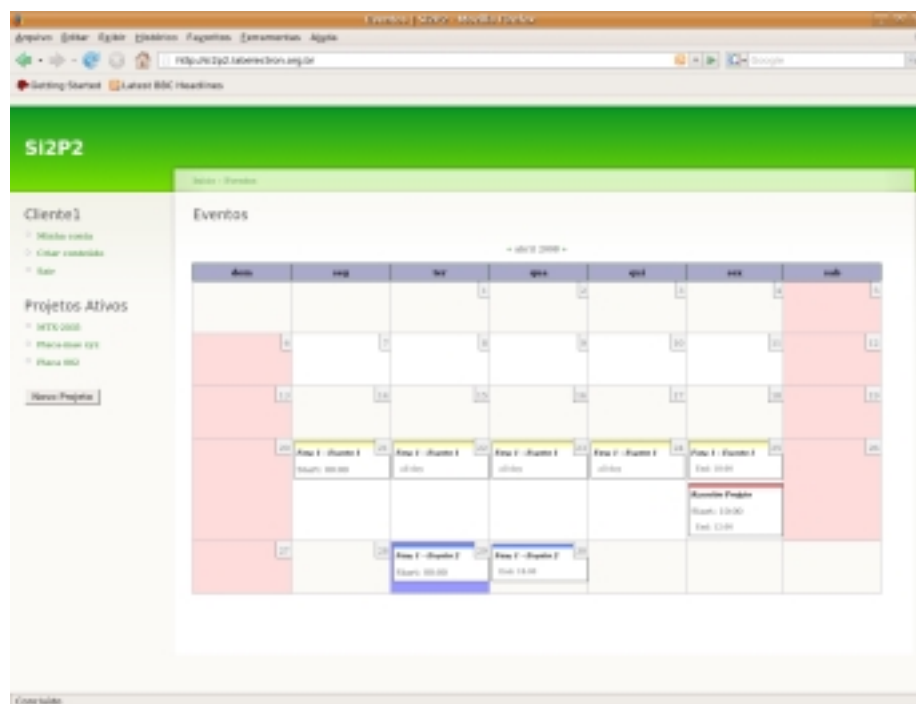


Figura 57 - Contratante acessa os calendários e vê algumas reuniões agendadas. Fonte: Autor.

4.7.4 Próximos Desenvolvimentos

Nesta primeira etapa de desenvolvimento do software, focou-se na da estrutura do sistema, no aplicativo para montagem da cadeia e nas ferramentas de comunicação. A versão atual permite localizar parceiros potenciais e configurar uma cadeia de suprimentos, bem como acompanhar o desenvolvimento do projeto, interagindo com uma equipe de desenvolvimento que pode estar distribuída por várias empresas distintas.

Partindo-se da análise inicial de requisitos e dos resultados obtidos com esta ferramenta-piloto, pode-se elencar um conjunto de funcionalidades que estão priorizadas para as próximas versões do sistema:

- ▶ Ligação direta entre a ferramenta e um software de comunicação síncrona como o Skype, permitindo interações em tempo-real baseadas em voz e vídeo;
- ▶ Ferramentas especializadas de Engenharia, como DfX e FMEA, implementados na forma de módulos colaborativos on-line, estendendo a funcionalidade atual que se baseia em compartilhamento de arquivos;
- ▶ Sistemática de *workflow*, definindo dependência entre tarefas, *checkpoints* do desenvolvimento e aprovação eletrônica de documentos, entre outros.

4.8 Validação

A validação do modelo de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos aconteceu em um ambiente real de desenvolvimento e manufatura de Produtos, no caso o Labelectron. A metodologia de validação pode ser caracterizada como uma pesquisa social ao nível descritiva (GIL, 1999), pois faz um levantamento de opiniões acerca deste estudo, e foi composta por 3 (três) etapas:

- ▶ Implementação do modelo (desenvolvimento do sistema);
- ▶ Utilização em ambiente em condições reais;
- ▶ Pesquisa junto aos usuários do sistema (verificação prática dos requisitos do modelo).

No sistema Si2P2 parte de modelo de colaboração foi implementado (funcionalidades básicas, montagem de cadeias e comunicação). A utilização do sistema facilitou o entendimento e compreensão do modelo que estava por trás do sistema. O sistema Si2P2 foi usado por 3 (três) meses no Labelectron. Neste período 2 (dois) produtos (placas PCI) foram desenvolvidos dentro do ambiente, onde foram utilizadas principalmente as ferramentas de interação.

Estiveram envolvidos com o sistema 11 (onze) profissionais do Labelectron (6 de desenvolvimento de produto e 5 de manufatura). Além destes, 3 (três) profissionais (2 da empresa A e 1 da empresa B) também utilizaram a ferramenta.

Todos os usuários participaram da validação do modelo. No total foram 14 usuários. Apesar de uma amostra pequena, os profissionais selecionados para a pesquisa tinham sólida experiência no desenvolvimento e manufatura de produtos eletroeletrônicos.

Para a validação foi construído um instrumento de verificação (questionário) com o objetivo de se verificar a importância dos requisitos que foram levantados para o modelo de colaboração. O instrumento encontra-se em anexo (Anexo 1) e é composto por 45 (quarenta e cinco) questões distribuídas pelas seguintes áreas do modelo:

- ▶ Características Gerais do Modelo e dos Usuários;
- ▶ Requisitos Funcionais de Cadastro
- ▶ Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia;
- ▶ Requisitos Funcionais Gerais de Desenvolvimento de Produtos;
- ▶ Requisitos de Comunicação, Cooperação e Coordenação.

Os requisitos foram classificados em 5 (cinco) níveis (escala *Likert*):

- ▶ Muito Importante (fundamental ou básico) – 5 pontos;
- ▶ Importante (necessário) – 4 pontos;
- ▶ Neutro (não determinante, pouco influente) – 3 pontos;
- ▶ Pouco Importante (pode ser dispensado) – 2 pontos;
- ▶ Sem Importância (não é requisito) – 1 ponto.

O instrumento foi aplicado e os resultados tabulados encontram-se em anexo (Anexo 2). Os resultados demonstram que o modelo ficou muito próximo do que os usuários entendem como requisitos importantes para um ambiente de desenvolvimento colaborativo.

A média geral da avaliação ficou em 4,313, com desvio padrão de 0,276. Ou seja, a avaliação média dos requisitos ficou entre muito importante e importante. 18% (8 de 45 requisitos) dos escores são superiores a 4,750 e 47% (21 de 45 requisitos) dos escores estão entre 4,250 e 4,750. No geral, 87% dos requisitos (39 de 45 requisitos), ficaram com escore acima de 4

(quatro), ou seja, acima de importante. Na seqüência cada área do modelo será analisada em separado.

4.8.1 Características Gerais do Modelo

Em relação às características gerais do modelo, a média atribuída à importância dos requisitos ficou em 4,400, com desvio padrão de 0,174. Isto coloca os requisitos na faixa entre muito importante e importante. A figura 58 mostra alguns detalhes.

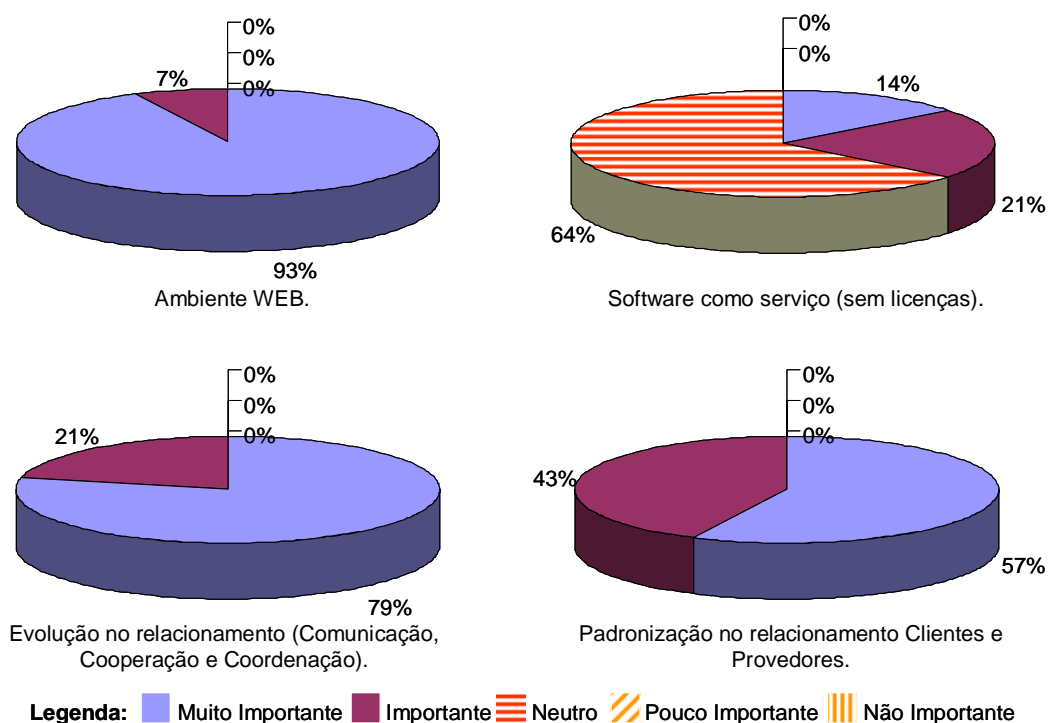


Figura 58 - Aspectos gerais do modelo. Fonte: Autor.

Dos respondentes, 93% pensam que o ambiente *Web* é muito importante. Já 64% não vêm nem vantagem, nem desvantagem no fato de não haver aquisição de licenças. Talvez por serem usuários e não conhecerem estes custos.

Um número muito interessante foi obtido em relação ao aspecto de evolução no relacionamento. 79% dos respondentes acreditam que o relacionamento entre parceiros deve ser conduzido aos poucos. Entenderam a abordagem do trinômio CCC (Comunicação, Cooperação e Coordenação).

Todos os respondentes classificaram como muito importante e importante a padronização no relacionamento com os parceiros da cadeia.

4.8.2 Usuários

A média atribuída à importância dos requisitos ligados aos Requisitos Usuários ficou em 4,810, com desvio padrão de 0,250. Isto coloca os requisitos muito próximos do valor máximo. A figura 59 mostra outros detalhes.

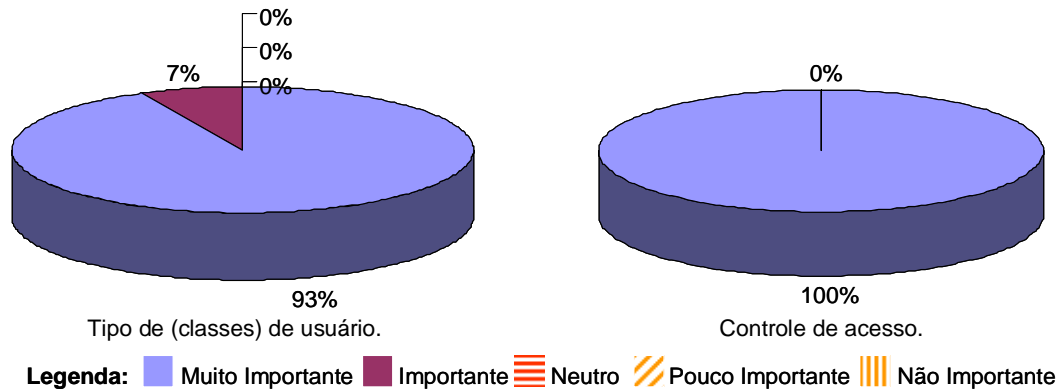


Figura 59 - Configuração de usuários. Fonte: Autor.

A totalidade dos respondentes entende que um ambiente colaborativo deve ter um excelente controle de acesso. Isto acontece devido à necessidade de se assegurar proteção às informações. Além disso, 93% classificam como muito importante separar os usuários em classes.

4.8.3 Requisitos Funcionais de Cadastro

A função cadastro embora básica, é fundamental para a operação do ambiente. A esta categoria de requisitos recebeu escore 4,548, com desvio padrão de 0,379. Também fica situada entre muito importante e importante. Destaque para o requisito de cadastro diferenciado, classificado por todos os respondentes como muito importante (figura 60).

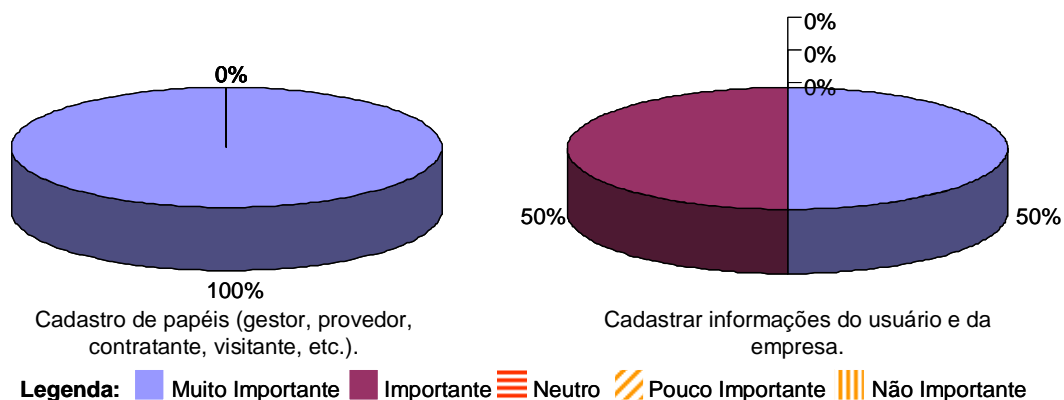


Figura 60 - Cadastro de usuários. Fonte: Autor.

4.8.4 Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia

Em relação aos requisitos funcionais de montagem da cadeia, a média atribuída à importância dos requisitos ficou em 4,518, com desvio padrão de 0,180. Isto coloca estes requisitos na faixa entre muito importante e importante. A figura 61 mostra os detalhes.

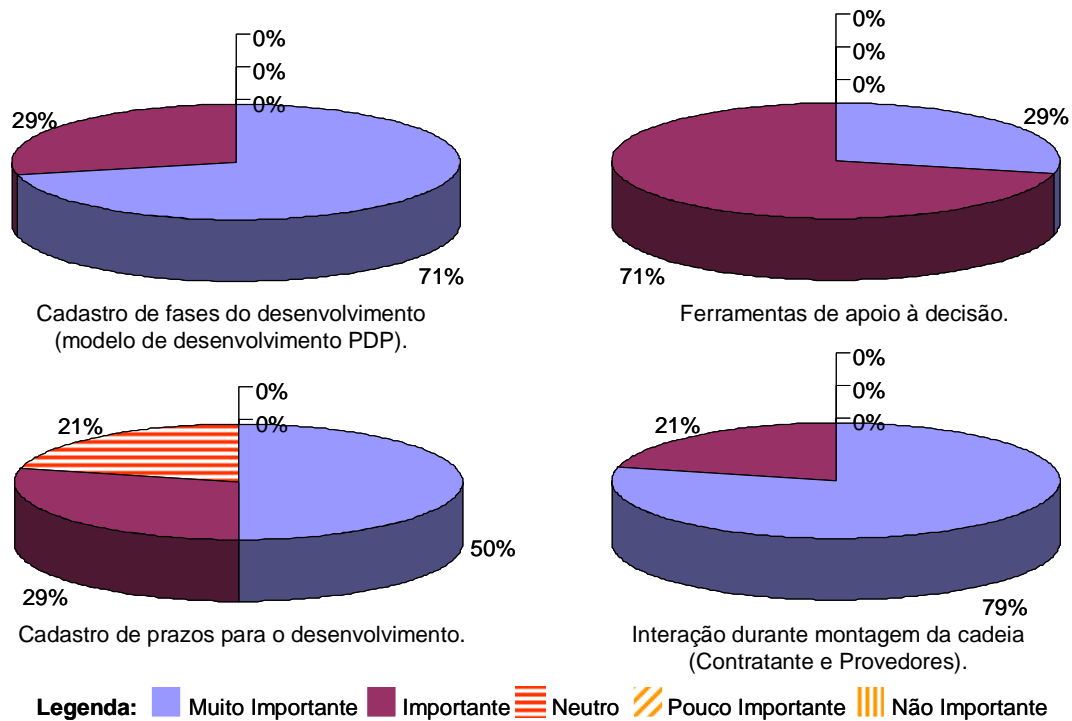


Figura 61 - Montagem da Cadeia. Fonte: Autor.

71% dos respondentes entendem com muito importante a possibilidade de cadastrar as fases pelas quais vai passar o desenvolvimento do produto. A grande maioria (79%) classifica como muito importante e importante o cadastro de prazos para as fases. Embora não previsto inicialmente no modelo, 100% dos respondentes entendem como importante (71%) e muito importante (29%), a disponibilização de ferramentas de apoio à decisão no momento de definição dos parceiros de desenvolvimento. Finalmente, 79% vêem como muito importante a interação com possíveis parceiros durante a montagem de cadeia de desenvolvimento.

4.8.5 Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos

Os requisitos funcionais de desenvolvimento de produtos, também são básicos. Mas são de grande importância para a operação do ambiente. A esta categoria de requisitos recebeu escore 4,393, com desvio padrão de 0,060. Também fica situada entre muito importante e

importante. Tanto o requisito controle de histórico quanto o requisito controle de versões ficaram classificados como muito importante e importante (figura 62).

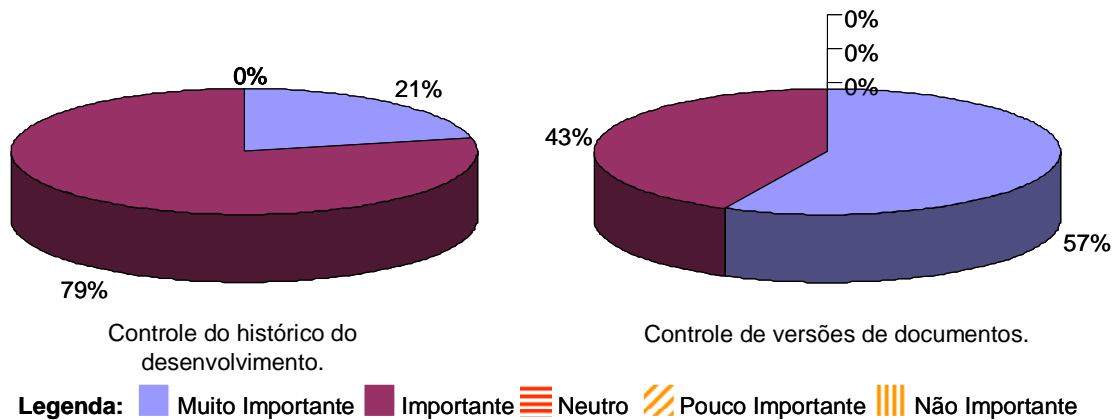


Figura 62 - Funcionalidades gerais do desenvolvimento de produtos. Fonte: Autor.

4.8.6 Requisitos Funcionais de Comunicação

Em relação aos requisitos de comunicação, que obtiveram média 3,969 com desvio padrão de 0,433, alguns pontos podem ser destacados. Vale lembrar que apesar da média mais baixa, ainda ficam classificados como requisitos importantes.

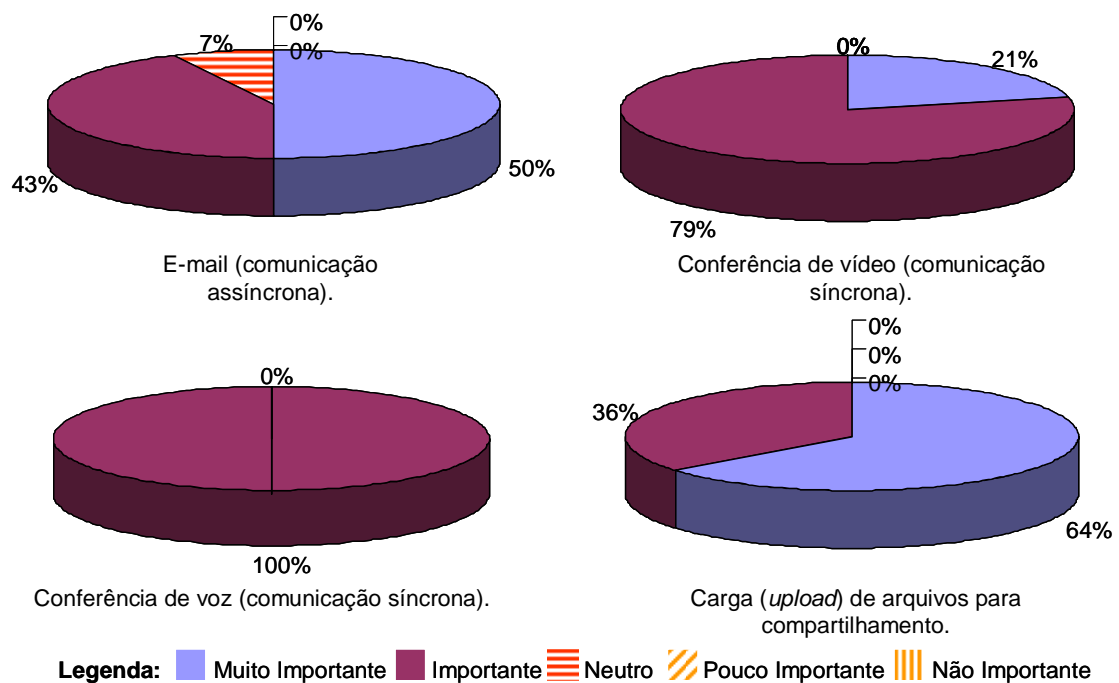


Figura 63 - Ferramentas importantes de comunicação. Fonte: Autor.

Os respondentes entendem que *e-mail* é a principal ferramenta de comunicação assíncrona (93% muito importante e importante).

Como ferramentas de comunicação síncrona, os respondentes colocam a comunicação via videoconferência como a mais importante forma de interação (21% muito importante e 79% importante), seguida da conferência de voz. Ainda em relação à comunicação síncrona, não colocaram os chats como uma ferramenta importante (figura 64).

O item considerado mais importante nesta categoria foi requisito carga de arquivos para compartilhamento. 64% entendem este requisito como muito importante. Mostra que na interação, trocas de arquivos se fazem necessárias.

Há ainda outro ponto de destaque. Em relação aos fóruns de discussão. Na opinião dos respondentes é um requisito de baixa importância média (classificada como neutra).

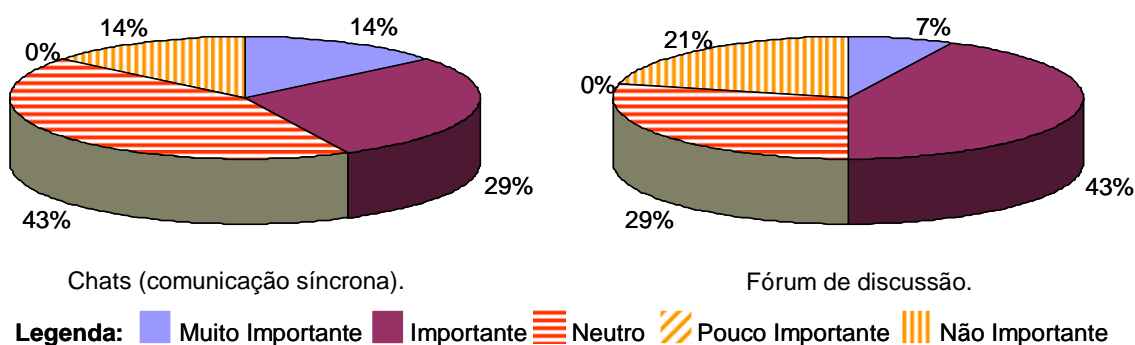


Figura 64 - Outras ferramentas de comunicação. Fonte: Autor.

4.8.7 Requisitos Funcionais de Cooperação

Em relação aos requisitos funcionais de cooperação, a média atribuída à importância dos requisitos pelos respondentes ficou em 4,236, com desvio padrão de 0,256. Isto coloca estes requisitos também na faixa entre muito importante e importante.

A totalidade dos respondentes (100%) entende como muito importantes os requisitos, estrutura de produtos, interface com sistemas CAD e a visualização de vários tipos arquivos CAD (figura 65). São requisitos fundamentais para este tipo de ambiente.

Embora com um escore um pouco menor, ainda na faixa entre muito importante e importante, estão os requisitos modificações/alterações, de forma simultânea, em documentos ou aplicativos (figura 65), ferramentas DFM (figura 66) e controle de custos (figura 66). Seus escores também demonstram a importância destes requisitos.

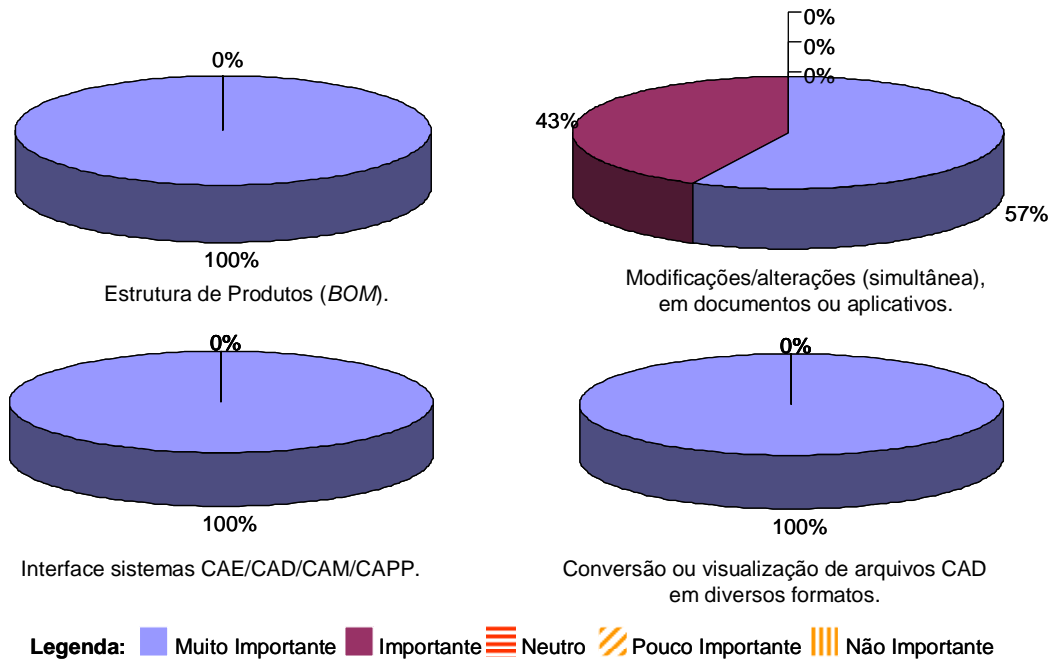


Figura 65 - Ferramentas de cooperação fundamentais. Fonte: Autor.

Em dois requisitos que haviam sido colocados no ambiente na área de cooperação, Matrizes QFD e TRIZ, os escores eram esperados maiores. Embora o QFD ainda seja importante, não foi classificado como “muito” importante. Também ficou claro que no setor eletroeletrônico a TRIZ é pouco conhecida.

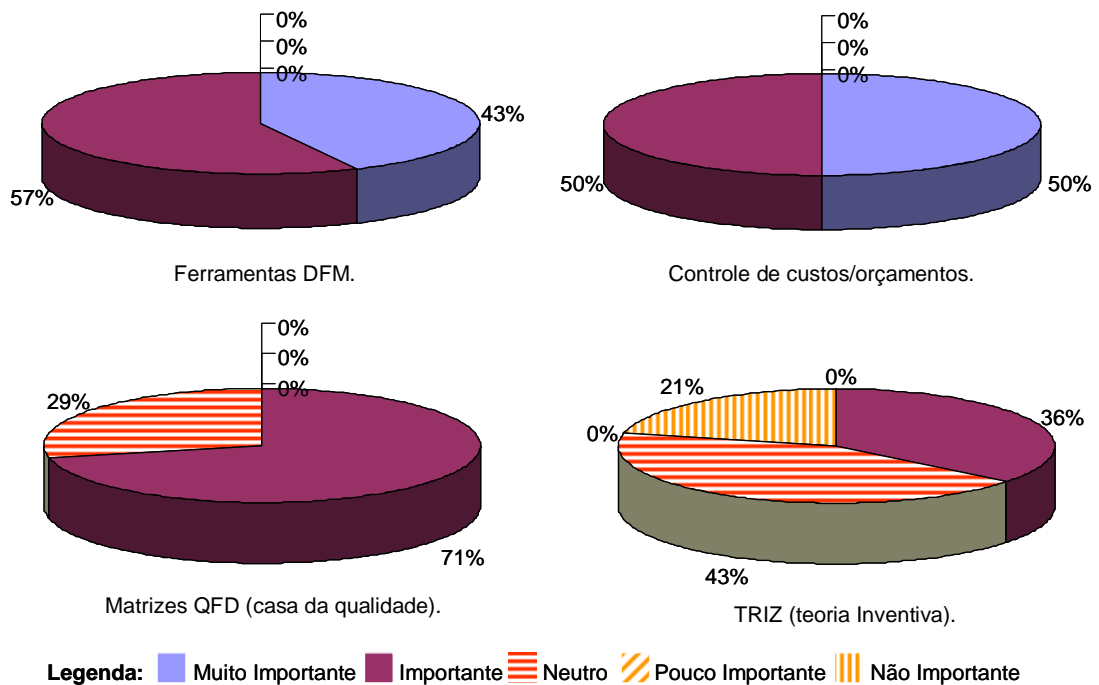


Figura 66 - Outras ferramentas de cooperação. Fonte: Autor.

4.8.8 Requisitos Funcionais de Coordenação

Em relação aos requisitos funcionais de coordenação, a média atribuída à importância destes requisitos ficou em 4,277, com desvio padrão de 0,222. Isto coloca os requisitos na faixa entre muito importante e importante. A figura 67 mostra os detalhes.

O destaque desta categoria de requisitos ficou “controle do acesso dos membros do grupo aos arquivos de cada fase do desenvolvimento”. Os respondentes (79%) entendem que este requisito é muito importante, ou seja, devem existir no ambiente funcionalidades ao gerenciamento de permissões de leitura e edição de documentos de acordo com o papel estabelecido para o usuário.

O controle de prazos e a agenda integrada também obtiveram escores que as colocaram como requisitos entre as classes muito importante e importante. Outro ponto de destaque é que 100% dos respondentes entendem como importante a existência de uma ferramenta *Workflow* em um ambiente de trabalho colaborativo.

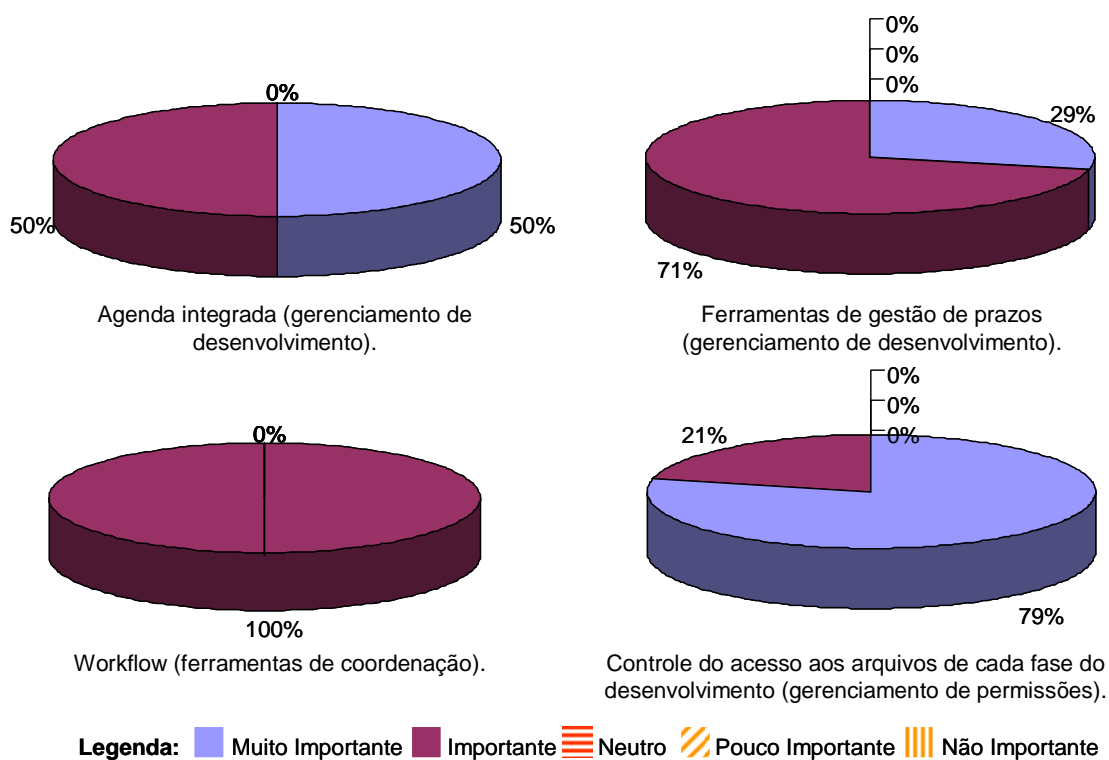


Figura 67 - Ferramentas de coordenação. Fonte: Autor.

4.9 Conclusão

Este capítulo apresentou o ambiente onde o sistema computacional de apoio ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos (Si2P2) foi utilizado, o Labelectron. A validação mostrou que o modelo está alinhado com o que os profissionais que usaram o sistema entendem de um ambiente colaborativo. A média geral da avaliação do modelo ficou em 4,313, com desvio padrão de 0,276. A avaliação média dos requisitos ficou entre muito importante e importante (87% dos requisitos definidos).

No próximo capítulo são conduzidas as conclusões do presente trabalho, além das sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um modelo de colaboração (comunicação, cooperação e coordenação) para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos, baseado na implementação da colaboração em etapas. Foi modelado um conjunto de requisitos (funcionais e não funcionais) para o desenvolvimento de sistemas computacionais destinados ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos, no caso, do segmento eletroeletrônico. Também foi proposta uma arquitetura geral para o sistema em questão e implementado um protótipo de sistema. Foi ainda apresentado um cenário hipotético baseado numa situação real. Por fim o modelo foi validado junto a especialistas (clientes, desenvolvedores de produtos e provedores de manufatura) do setor eletroeletrônico.

Neste último capítulo, voltado às conclusões, inicia-se com as conclusões quanto: aos objetivos previamente traçados, à pergunta de pesquisa e às contribuições do trabalho. Ao final são apresentadas as perspectivas para trabalhos futuros a serem realizados em continuidade a este.

5.1 Conclusões quanto aos objetivos traçados

Neste item são apresentadas as conclusões frente aos objetivos geral e específicos que foram previamente traçados no início do presente trabalho. A seguir são apresentados os objetivos e as conclusões.

- ▶ *Objetivo 1: Realizar um estudo sobre os aspectos teóricos e práticos sobre os métodos e práticas de PDP.* Foi realizada a revisão de trabalhos relativos ao PDP focando ao final o desenvolvimento de produtos com a integração dos fornecedores no processo.
- ▶ *Objetivo 2: Realizar um estudo sobre os aspectos teóricos e práticos sobre a gestão da cadeia de suprimentos e relacioná-los com o processo de desenvolvimento de produtos.* Foi realizada a revisão sobre a gestão da cadeia de suprimentos, suas características e práticas usuais, principalmente às relativas ao *outsourcing*, onde a questão do PDP fica mais evidente.
- ▶ *Objetivo 3: Realizar um estudo sobre integração entre empresas e relacioná-la com o processo de desenvolvimento de produtos.* O estudo sobre integração foi realizado. Tanto dentro do assunto PDP quanto SCM foi constatada a necessidade de integração. Durante a pesquisa um tema apareceu e demonstrou a sua importância, que foi a colaboração ou ainda a engenharia colaborativa.

- ▶ *Objetivo 4: Realizar um estudo sobre o estado da arte sobre métodos e ferramentas para apoiar o PDP em cadeias de suprimentos.* Este estudo foi realizado. Existem três tipos de ferramentas para apoiar o PDP em cadeias de suprimentos. São eles: ambientes experimentais (projetos de pesquisa); sistemas comerciais do tipo PLM e sistemas gerais de colaboração.
- ▶ *Objetivo 5: Mapear as tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de ambientes de integração.* Foram mapeadas as tecnologias existentes hoje para o desenvolvimento de ambientes de integração, linguagens arquiteturas, bancos de dados e principalmente as ferramentas do tipo *Groupware* e *CMS (Content Management Systems)*. Durante o mapeamento se procurou buscar ferramentas de livre uso ou também conhecidos como *Opensource*.
- ▶ *Objetivo 6: Listar as características de um sistema que implemente a integração em uma cadeia de suprimentos.* Foram listadas as características de um sistema no contexto do segmento eletroeletrônico da Grande Florianópolis. O contexto é o seguinte:
 - ▶ Empresas terceirizando a manufatura;
 - ▶ Empresas interagindo cada vez mais;
 - ▶ Ciclos de vida dos produtos mais curtos;
 - ▶ Fidelização do cliente como uma necessidade (oferecer mais aos clientes);
 - ▶ Reduzir o *Time to Market* é questão de sobrevivência;
 - ▶ Todo trabalho em uma cadeia produtiva deve respeitar padrões.
- ▶ *Objetivo 7: Modelar um sistema voltado para a integração em uma cadeia de suprimentos.* Foi modelada uma arquitetura e um ambiente, com requisitos funcionais e não funcionais para a implementação computacional. Os requisitos funcionais foram obtidos pela análise das necessidades anteriores ao desenvolvimento de produtos (cadastros e montagem da cadeia) e das necessidades do desenvolvimento de produtos propriamente dito, onde foram colocadas as ferramentas de Comunicação, Cooperação e Coordenação.
- ▶ *Objetivo 8: Desenvolver e testar um ambiente protótipo (modelo implementado) que da integração em uma cadeia de suprimentos.* Foi desenvolvido o sistema Si2P2, que é executado em um servidor Apache, com sistema operacional Linux. Foi utilizado o PHP como linguagem de programação e o MySQL como sistema de gerenciamento de banco

de dados. Para o gerenciamento do conteúdo foi utilizada a ferramenta CMS Drupal 5.7. O sistema foi utilizado em um ambiente real, o Labelectron (manufatura eletroeletrônica).

- ▶ *Objetivo 9: Validar e discutir o ambiente protótipo para adaptações se necessário.* O sistema demonstrou-se útil e de fácil uso na opinião dos usuários. Na validação do modelo os usuários classificaram 87% dos requisitos inicialmente estabelecidos no questionário como sendo muito importantes ou importantes em um ambiente de colaboração. Com isto pode-se afirmar que o modelo está muito próximo das necessidades dos usuários.
- ▶ *Objetivo 10: Propor possíveis temas de pesquisa para trabalhos futuros.* Ao longo do trabalho foram encontrados diversos temas interessantes que poderão vir a ser explorados.

Todos os objetivos específicos, acima listados foram atingidos, fato que possibilitou o atingimento do objetivo geral que havia sido estipulado, que foi a “*geração de um modelo de colaboração para o desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos em cadeias de suprimentos*”.

Em relação ao teste da hipótese, “*a validação do modelo (junto aos profissionais das áreas de desenvolvimento e manufatura de produtos eletroeletrônicos) confirmou a hipótese formulada na seção 1.5.*”

5.2 Conclusões quanto à pergunta de pesquisa

A pergunta de pesquisa, “*Como se integrar, ou ainda, como deve ser a participação de fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas do segmento eletroeletrônico?*” pode ser respondida, com base nos estudos realizados e na experiência obtida com o desenvolvimento do sistema Si2P2, da seguinte forma:

A base para o desenvolvimento de produtos em cadeias de suprimentos é o estabelecimento da colaboração entre as empresas ou do desenvolvimento colaborativo de produtos. Ou seja, o desenvolvimento de produtos deve ser realizado de maneira colaborativa. A questão a ser abordada principalmente então é a da colaboração. A colaboração é resultado de um processo, onde deve estar presente a comunicação, a cooperação e a coordenação. Quando isso acontece, a implementação do trinômio CCC, pode se afirmar que existe colaboração. A literatura ainda sugere que a colaboração aconteça seja um processo evolutivo (em etapas), começando pela comunicação, passando pela cooperação, chegando finalmente à coordenação. Esta percepção, da necessidade de se cumprir etapas (passo a passo) foi confirmada na validação do modelo. No trabalho foi modelada como deve ser a implementação da colaboração em cadeias de suprimentos, neste caso em empresas do

segmento eletroeletrônico da Grande Florianópolis, utilizando a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Foram modeladas as ferramentas não funcionais e funcionais de um sistema computacional de apoio ao desenvolvimento colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos. As ferramentas funcionais assumem o papel principal do sistema computacional: aplicativos para a montagem da cadeia, para a comunicação, para a cooperação e coordenação. A TIC hoje é a uma das melhores ferramentas disponíveis para se resolver os problemas de integração entre empresas em cadeias de suprimentos. Além da modelagem, um protótipo de sistema computacional com os aplicativos de montagem de cadeia e de comunicação utilizando tecnologia Web utilizando ferramentas Opensource.

5.3 Conclusões quanto às contribuições do trabalho

Ao seu final deste trabalho, pode-se afirmar que o presente trabalho de doutorado atingiu os seus objetivos, expressos no capítulo inicial desta tese.

A principal contribuição do aconteceu no sentido de apresentar uma proposta de desenvolvimento no sentido de efetivamente viabilizar a integração em uma cadeia de suprimentos. Foi apresentada uma forma de como pode ser feita esta integração. Esta integração deverá acontecer em etapas que levem à colaboração (comunicação, cooperação e coordenação).

Esta integração traz diversos ganhos às empresas que precisam de fornecedores inseridos no processo de desenvolvimento de produtos, pois este envolvimento antecipado do fornecedor realmente ajuda no desenvolvimento mais rápido de um produto e ainda a um custo menor.

Na colaboração encontrou-se a forma de como fazer a integração dos fornecedores. Esta maneira, implementada através de uma ferramenta de TIC, pode ainda ajudar as empresas a formalizar os seus processos de desenvolvimento de produtos, que é outra carência das pequenas e médias empresas.

Esta proposta de ambiente desenvolvida, com ferramentas *Opensource* em ambiente *Web*, possibilita às empresas ferramentas que proporcionam ganhos de produtividade e de qualidade em suas decisões, que em última análise, agem de maneira decisiva na obtenção de vantagens competitividade nos seus segmentos de atuação.

5.4 Perspectivas para trabalhos futuros

Este trabalho começou com o objetivo de tratar a questão da integração entre elos de uma cadeia de suprimentos para o desenvolvimento de produtos. Encontrou-se na colaboração a base para esta integração. Um modelo completo para uma ferramenta de desenvolvimento

colaborativo de produtos em cadeias de suprimentos foi apresentado, com a implementação de um sistema piloto. Existe muito a ser desenvolvido na continuidade deste trabalho.

Neste último item da conclusão apresentam-se as principais atividades futuras que estão ainda por serem realizadas no âmbito deste projeto. Destacam-se as seguintes atividades:

- ▶ Finalização e ajuste do protótipo com o desenvolvimento de todas as funcionalidades modeladas (cooperação e coordenação);
- ▶ Validação do ambiente para outros produtos ambientes eletroeletrônicos;
- ▶ Desenvolvimento de outras funcionalidades voltadas à cooperação (ex. planejamento de processo, integração com sistemas CAD/CAE, planejamento da produção, gestão de processos, suporte a sistemas de garantia da qualidade, etc.);
- ▶ Integração das ferramentas do GEPP-net, ou do próprio GEPP-net, ao ambiente (ferramentas de cooperação e coordenação);
- ▶ Utilização do ambiente pelo GEPP como ferramenta de ensino;
- ▶ Desenvolvimento de outras funcionalidades voltadas à coordenação;
- ▶ Desenvolvimento de funcionalidades voltadas ao processo decisório de escolha e qualificação de fornecedores;
- ▶ Utilização do modelo em outros segmentos industriais, como por exemplo, os segmentos metal mecânico (ferramentarias) e têxtil (facções);
- ▶ Utilização do ambiente para suportar Organizações Virtuais;
- ▶ Evolução do conceito para o pós-desenvolvimento de produtos (produção). Evolução para a operação da cadeia de suprimentos no sentido de viabilizar o gerenciamento da cadeia de suprimentos;
- ▶ Utilização do ambiente para o tratamento da variável ambiental de uma forma colaborativa entre os elos de uma cadeia de suprimentos.

Estas atividades listadas são oportunidades detectadas durante o desenvolvimento do ambiente. Por certo outras aplicações poderão ser trabalhadas. Ainda há muito por ser desenvolvido no sentido de desenvolver ferramentas, sistemas e ambientes de apoio à colaboração. O caminho é extenso e desafiador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. C. **Arquitetura para Gerenciamento de Conhecimentos Explícitos sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto**. São Carlos, 2001. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo.
- AMARAL, D. C.; ROZENFELD, H.; TOLEDO, J. C. **Early supplier involvement: review and proposal for new in research**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento de Produto, ano 2, número 2, p.25, 2002.
- APPELQUIST, P.; LEHTONEM, F.M.; KOKKOMEN, F. **Modelling in product and supply chain design: literature survey and case study**. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 15, p. 675-686, 2004.
- BACK, N. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BACK, N.; FORCELLINI, F. A. **Projeto de Produtos**. Apostila do curso de pós graduação em Engenharia Mecânica da UFSC. Florianópolis, 2002.
- BARROS, J. R. F. **O processo de desenvolvimento de produtos nas visões do design e da engenharia**, Anais XXIII ENEGEP - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.
- BARUT, M; FAISST, W.; KANET, J.J.. (2002) - **Measuring Supply Chain coupling: an information system perspective**. European Journal of Purchasing & Supply Management, v. 8, n.3, p.161-171.
- BAUMBERGER, C.; PULM, U.; LINDENMANN, U. **Coordination and controlling of distributed product development processes**. In: 14th international conference on engineering design. Stockholm: Design Society, 2003.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- BEAMON, B. M. **Supply Chain design and analysis: models and methods**. International Journal of Production Economics, v. 55, p. 281-294, 1998.
- BIDAULT, F.; DESPRES, C.; BUTLER, C. **New product development and early supplier involvement (ESI): the drivers of ESI adoption**. Proceedings of the Product Development Management Association International Conference, 1996.
- BIROU, L; FAWCETT, S. **Supplier involvement in integrated product development: a comparison of US and European Practices**. International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, vol. 24, nº 5, p. 4-14, 1994.
- BLACKHURST, J.; WU, T.; O'GRADY, P. **PCDM: a decision support modeling methodology for supply chain, product and process design decisions**. Journal of Operations Management, Volume 23, Issues 3-4, April 2005, Pages 325-343
- BLANCHARD, B.S and FABRYCKY, W. J. **Systems engineering and analysis**. Prentice: Hall, 1990.
- BOARDMAN, J. T. CLEGG, B. T. **Structured engagement in the extended enterprise**. International Journal of Operations & Production Management. Bradford: 2001. Vol. 21, Num. 5/6; 795-811.

- BOVET, D.M.; THIAGARAJAN, S. **Logística orientada para o cliente**. HSM Management. ano 3, v.18, jan/fev, 2000.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRINK, T. **Groupware. Usability first: your online guide to usability resources**, 1998. Disponível em: <<http://www.usabilityfirst.com/groupware>>.
- BUTTARS, S.; ROWLAND, R. **Design For Manufacture**. PennWell Corporation. Disponível em: <http://smt.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=77468&KEYWORD=dfm%20index>. Acesso em: 30/10/2007.
- CALVI, R.; LE DAIN, M.; HARBI, S.; BONOTTO, V. **How to manage early supplier involvement (ESI) into the new product development process (NPDP) – Several lessons from a french study**. The 10th international annual IPSESA conference, 2001. p. 153-163.
- CHENG, L. C. **QFD: Planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: UFMG/ Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- CHOY, K. L.; LEE, W. B.; LO, V. **An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing**. Expert Systems with Applications, Volume 22, Issue 3, April 2002a, Pages 213-224.
- CHOY, K. L.; LEE, W. B.; LO, V. **Development of a case based intelligent customer-supplier relationship management system** Expert Systems with Applications, Volume 23, Issue 3, 1 October 2002b, Pages 281-297.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento**. Pioneira. São Paulo, 1997.
- CIMDATA **PLM Supplier Profiles**. Disponível em < http://www.cimdata.com/PLM/supplier_profiles.html>. Acesso em: 22/01/2008.
- CIMDATA **What is PLM?** Disponível em: <<http://www.cimdata.com/PLM/aboutPLM.html>>. Acesso em 22/01/2008.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- CLAUSING D. **Total Quality Development: a step-by-step guide to world-class Concurrent Engineering**. New York: ASME, 1995.
- COLEMAN, D. (Ed.). **Groupware: collaborative strategies for corporate LANs and intranets**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997. 699 p. ISBN 0-13-727728-8.
- COLLINS, R. et al **Outsourcing in the automotive industry: from JIT to modular consortia**. European Management Journal, v. 15, n° 5, 1997.
- COOPER, M.C.; LAMBERT, D.M.;PAGH, J.D. **Supply Chain Management: more than a new name for logistics**. The International Journal of Logistics Management. V.8, n.1, p. 1-14, 1997.
- COOPER. R. G. **Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch**. Perseus Publishing; 2nd edition, 1993.

- COX, A.; SANDERSON, J.; WATSON, G. **Supply chains and power regimes: toward an analytic framework for managing extended networks of buyer and supplier relationships**. *The Journal of Supply Chain Management*, v. 37, n. 2, p. 28-35, 2001.
- CROXTON, K.L.; GARCÍA-DASTUGUE, S.J.; LAMBERT, D.M. **The Supply Chain Management processes**. *The International Journal of Logistics Management*. v.12, n.2, p.13-36, 2001.
- DALL'AGNOL, R. **Desenvolvimento de novos produtos através do gerenciamento simultâneo de projetos (GSP): Um estudo de caso na indústria de máquinas agrícolas**. Porto Alegre, 2001. Dissertação de mestrado profissional em administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DOUMEINGTS, G.; VALLESPIR, B.; CHEN, D. **Methodologies for designing CIM systems: A survey**. *Computers in Industry*. Volume 25, Issue 3, March 1995, Pages 263-280.
- DOWLATSHADI, S. **A modeling approach to logistic in concurrent engineering** *European Journal of operational research*, v.115, p. 59-76, 1999.
- FAGERSTÖM, B, JACKSON, M. **Efficient collaboration between main and sub-suppliers**. *Computers in Industry*, 49, p. 25-35, 2002.
- FERREIRA, J. C. **Sistemas Integrados de Manufatura**. Material da Disciplina EMC5255 Disponível em <<http://www.grima.ufsc.br/sim/apostila>>. Acesso em: 30/10/2007.
- FERREIRA, M.G. **Desenvolvimento Rápido de Produtos**. Apostila do curso. Florianópolis: Fundação Certi, 1997.
- FINE, C. **Mercados em evolução contínua: conquistando vantagem competitiva num mundo em constante mutação**. Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 262.
- FINE, C.; GOLANY, B.; NASERALDIN, H. **Modeling tradeoffs in three-dimensional concurrent engineering: a goal programming approach** *Journal of Operations Management*, Volume 23, Issues 3-4, April 2005, Pages 389-403.
- FIXSON, S. K. **Product architecture assessment: a tool to link product, process, and supply chain design decision**. *Journal of operations management*, v.23, p. 345-369, 2005.
- FLEURY, P.F. **Supply Chain Management: conceitos, oportunidades e desafios da implementação**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 1999. Disponível em <http://www.centrodelogistica.org>. Acesso em: 12 dezembro de 2007.
- FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas,. 372p, 2002.
- FORZA, C.; SALVADOR, F. **Product configuration and inter-firm co-ordination: an innovative solution from a small manufacturing enterprise** *Computers in Industry*, Volume 49, Issue 1, September 2002, Pages 37-46 C.
- FORZA, C.; SALVADOR, F.; RUNGTUSANATHAM, M. **Coordinating product design, process design, and supply chain design decisions: Part B. Coordinating approaches, tradeoffs, and future research directions**. *Journal of Operations Management*, Volume 23, Issues 3-4, April 2005, Pages 319-324
- FUNDAÇÃO CERTI **Esudo de mercado da Indústria Consumidora de Placas Eletrônicas de Circuito Impresso (PCI's) em Santa Catarina**. Relatório do Convênio FUNCITEC. Florianópolis: Fundação CERTI, 2003.

- FUNDAÇÃO CERTI **Noções Gerais de Engenharia de Software – Estudo sobre Tecnologias de Desenvolvimento de Firmware**. Projeto LADEP RH. Florianópolis: Fundação CERTI, 2005.
- FUNDAÇÃO CERTI **Laboratório de Desenvolvimento e Testes de Processos e Produtos Eletrônicos**. Apresentação Executiva Labelectron. Florianópolis: Fundação CERTI, 2008.
- GEROSA, M. A. **Desenvolvimento de Groupware Componentizado com Base no Modelo 3C de Colaboração**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1999.
- GIMENO, J. M. I. **La gestión del diseño en la empresa**. Madrid: McGraw-Hill, 2000.
- GIUNIPERO, L.C.; BRAND, R.R. **Purchasing's role in Supply Chain Management**. The International Journal of Logistics Management. v. 7, n.1, p.29-37, 1996.
- GOMES-FERREIRA, M. G. **Requisitos e arquitetura para sistemas de apoio à colaboração nas fases iniciais do processo de projeto**. Tese de Doutorado, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006, 220 f.
- GRAZIADIO, T. **Estudo comparativo entre os fornecedores de componentes automotivos de plantas convencionais modulares**. Tese apresentada a escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 185, 2004.
- GRUNDIN, J. **Computer supported cooperative work: history and focus**. IEEE Computer, v. 27, n. 5, p. 19–26, May 1994.
- HANDFIELD, R., RAGATZ, G., PETERSEN, K., MONCZKA, R. **Involving suppliers in new product development**. California Management Review 42 (1), 59–82, 1999.
- HANDFIELD, R.; NICHOLS JR, E. **Supply chain redesign: transforming supply chain into integrated value systems**. Prentice Halls, 2002, 371 p.
- HELMS, M.M.; ETTKIN, L.P.; CHAPMAN, S. **Supply Chain forecasting: collaborative forecasting supports Supply Chain Management**. Business Process Management Journal. v.6, n.5, p.392-407, 2000.
- HOEK, R. I; WIEKEN, H. A. M. **The impact of modular production on the dynamics of supply chains**. International Journal of Logistic Management, volume 9, n° 2, p. 35-50, 1998.
- HOLMEN, E.; KRISTESEN, P. S. **Supplier roles in product development: interaction versus portioning**. European journal of purchasing & supply management. n°4, p. 185-193, 1998.
- HUANG, G. Q.; LEE, S. W.; MAK, K. L. **Collaborative product definition on the internet: a case study**. Journal of materials processing technology, v. 139, n. 1-3, p. 51–57, August 2003(b).
- HUANG, G. Q.; LEE, S. W.; MAK, K. L. **Web-based product and process data modelling in concurrent 'design for x'**. Robotics and computer integrated manufacturing, v. 15, n. 1, p. 53–63, 1999.
- HUANG, G. Q.; MAK, K. L. **WeBid: A web-based framework to support early supplier involvement in new product development** Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 16, Issues 2-3, April 2000, Pages 169-179.

- HUANG, G. Q.; MAK, K. L. **Internet applications in product design and manufacturing.** Berlin: Springer, 2003. 272 p. ISBN 3-540-43465-8.
- HUANG, G. Q.; MAK, K. L. **Web-based morphological chats for concept design in collaborative product development.** Journal of intelligent manufacturing, v. 10, p. 267–278, 1999.
- HUANG, G. Q.; MAK, K. L.; HUMPHREYS, P. **A new model of the customer–supplier partnership in new product development** Journal of Materials Processing Technology, Volume 138, Issues 1-3, 20 July 2003(a), Pages 301-305.
- HUANG, G.Q., ZHANG, X.Y., LIANG, L. **Towards integrated optimal configurations of platform products, manufacturing processes, and supply chains.** Journal of Operations Management 23 (3–4), 267–290, 2005.
- HUBKA, V.; EDER, E. W. **Design Science: Introduction to Needs, Scope and Organization of Engineering Design Knowledge.** Great Britain: Springer Verlag, 1996.
- HUMPHREYS P, MCALEER W, MCIVOR R. **New roles for 21st century manufacturing.** Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers vol. 213, Part B, 1999. p. 215–24.
- JO, H. H.; PARSAEI, H. R.; SULLIVAN, W. G. **Principles of Concurrent Engineering: contemporary issues and modern design tools.** London: Chapman & Hall, 1993. p. 3-23.
- KAMP, B. **Formation and evolution of buyer-supplier relationships: conceiving dynamism in actor composition of business networks.** Industrial Marketing Management, v.34, p.658-668, 2005.
- KRISHNAN, V.; ULRICH, K. T. **Product development decisions: A review of the literature** Management Science. Linthicum: Jan 2001. Vol. 47, Num. 1; pag. 1.
- KRISTENSEN, K. et al. **Establishing an infrastructure for value chain collaboration in the norwegian oil industry: a case study.** In: 14th international conference on engineering design. Stockholm: Design Society, 2003.
- KRISTJANSSON, A. H.; KRISTENSEN, K.; HILDRE, H. P. **Workflow architecture for a dispersed automotive development network.** In: 14th international conference on engineering design. Stockholm: Design Society, 2003.
- KVAN, T. **Collaborative design: what is it?** Automation in construction, v. 9, n. 4, p. 409–415, July 2000.
- LABELECTRON **Institucional.** Disponível em: <<http://www.labelectron.org.br>>. Acesso em: 15/06/2008.
- LAMBERT, D.; COOPER, M.C. **Issues in Supply Chain Management.** Industrial Marketing Management, v. 29 n.1, p.65-83, 2000.
- LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C., PAGH, J.D. **Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities.** The International Journal of Logistics Management. v.9, n.2, p. 1-19, 1998.
- MABERT, V. A.; VENKATARAMAN, M. A. **Special research focus on supply chain linkages: challenges for design and management in the 21st century.** Decisions Sciences, v. 29, p. 537-551, 1998.

- MCDERMOTT, C.; HANDFIELD, R. **Concurrent development and strategic outsourcing: Do the rules change in breakthrough innovation?** Journal of High Technology Management Research, v. 11, nº 1, p.35-37, 2000.
- MCELENEY, J. J. **PDM vs. PLM - Determinando qual solução é a melhor para você.** CET ONLINE: Cursos, Estudos e Tutoriais - Revista Cadware. Disponível em: <http://www.cwbookstore.com.br/cet/plm/plm013_p0.cfm>. Acesso em: 9/12/2007.
- MCGRATH .M. **Setting the PACE® in Product Development: A Guide to Product and Cycle-time Excellence.** Butterworth-Heinemann, 1996.
- MCIVOR R.; HUMPHREYS P. **Early supplier involvement in the design process: lessons from the electronics industry** Omega, Volume 32, Issue 3, June 2004, Pages 179-199.
- MCIVOR R.; HUMPHREYS P.; HUANG G. **Electronic commerce: reengineering the buyer-supplier interface.** Business Process Management Journal 2000;6(2):122-38.
- MCIVOR R.; HUMPHREYS P.; MCALEER W. **The implications of the trend towards partnership sourcing on buyer-supplier relations.** Journal of General Management 1997;23(1):53-70.
- MCIVOR, R.; MCHUGH, M. **Partnership sourcing: An organization change management perspective** Journal of Supply Chain Management. Tempe: Summer 2000. Vol. 36, Num. 3; 12-20.
- MENTZER, J. T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J.; MIN, S.; NIZ, N.; SMITH, C.; ZACHARIA, Z. **Defining supply chain management.** Journal of Business Logistic, v. 22, nº 2, pp. 1-25, 2001.
- MERLI, G. **Comakership: a nova estratégia para os suprimentos.** São Paulo: Qualitymark, 1998.
- METZ, P. J. **Demysfying supply chain management.** Supply Chain Management Review. v. 1, 1998.
- MIKKOLA, J. H.; GASSMANN, O. **Managing modularity of product architectures: toward and integrated theory.** IEE Transactions on Engineering Management, vol 50, nº 2, pp. 204-217, 2003.
- MILLS, A. **Collaborative engineering and the Internet: linking product development partners via the web.** Dearborn: SME, 380p, 1998.
- MILLS, A. **Collaborative engineering and the Internet: linking product development partners via the web.** Dearborn: SME, 1998. 380 p. ISBN 0-87263-498-1.
- MIN, H; ZHOU. G. **Supply Chain modeling: past, present and future.** Computers & industrial engineering, v.43, n. 1-2, p.231-249, 2002.
- MONCZKA, R.; PETERSEN, K.; HANDFIELD, R.; RAGATZ, G. **Success factors in strategic supplier alliances: the buying company perspective.** Decision Sciences Journal 29 (3), 553-577. 1998.
- MOORE, N. **Supply Chain Management.** Work study. v. 47, n.5, p.172-174, 1998.
- MOSCHETO, A. **DFX – Design For X. Disciplina de Metodologia de Projeto de Produto 2.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba - PR.

- MUNDIM, A. P. F. **Proposta de um ambiente Cooperativo Suportado por Computador para a Participação de Pequenas e Médias Empresas em Organizações Virtuais**, 1999, 133p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- NAIM, M. N.; CHILDERHOUSE, P.; DISNEY, S. M.; TOWILL, D. R. **A supply chain diagnostic methodology: determining the vector of change**. Computers & Industrial Engineering, Volume 43, Issues 1-2, 1 July 2002, Pages 135-157
- NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Campus. São Paulo, 2001.
- O'BRIEN, J. A. **Sistemas de informação: e as decisões gerenciais na era da internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 436, [68] p.
- OSTERGAARD, K. J.; SUMMERS, J. D. **A taxonomic classification of collaborative design**. In: 14th international conference on engineering design. Stockholm: Design Society, 2003.
- PAGH, J. D., COOPER, M.C. **Supply chain postponement and speculation Strategies: How to choose the right strategy**. Journal of Business Logistic, v. 19, nº 2, p. 13-33, 1998.
- PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005, p. 432.
- PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design: a Systematic Approach**. Ed. Springer Verlag, 1996.
- PARKER, G. G.; ANDERSON JR, E. G. **From buyer to integrator: The transformation of the supply-chain manager in the vertically disintegrating firm** Production and Operations Management. Muncie: Spring 2002. Vol. 11, Num. 1; 75-91.
- PERSSON, F., OLLHAGER, J. **Performance simulation of supply chain design**. Internacional Journal of Production Economics, v. 77, p. 231-245, 2002.
- PETERSEN, K. J, HANDFIED, R. B., RAGATZ, G. L **Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain desing**. Journal of Operations Management, v. 23, p. 371-388, 2005.
- PETERSEN, K. J, HANDFIED, R. B., RAGATZ, G. L. **A model of supplier integration into new product development**. Journal Product Innovation Management, v.20, p. 284-299, 2003.
- PETRONI, A.; PANCIROLI, B. **Innovation as a determinant of supplier's roles and performances: an empirical study in food machinery industry**. European Journal of Purchasing & Supply Management, nº 8, p. 135-149, 2002.
- PIRES, R. S. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2004, 310p.
- PIRES, S. R I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e o Modelo de Consórcio Modular** Revista de Administração da USP, Volume 33, Número 3, julho/setembro, 1998.
- POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 9ª Edição. São Paulo: Editora Cultrix, 2001.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. Harvard Business Review, 1990.
- PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process development**. v. 1. New Jersey, Prentice Hall, 1996.

- PUGH, S. **Creating innovative products using total design: the living legacy of Stuart Pugh**. Addison Wesley, 1996.
- PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Addison Wesley, 1991.
- QUINN, F.J. HILMER, F. G. **Strategic outsourcing**. Sloan Management Review, v. 5, nº 4, p. 221-232, 1994.
- RABELO, R. J. **Integração de Sistemas Corporativos**. Material da Disciplina DAS5316. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/~rabelo/Ensino/DAS5316/MaterialDAS5316/>> Acesso em: 30/10/2007.
- RAGATZ G, HANDFIELD R, PETERSEN K. **Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty**. Journal of Business Research 2002;55:389–400.
- RAY P. PRASAD. **General DFM Guidelines**. PennWell Corporation. Disponível em: <http://smt.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=Archives&Subsection=Display&ARTICLE_ID=86451&KEYWORD=dfm>. Acesso em: 30/10/2007.
- REZAYAT, M. **Knowledge-based product development using XML and KCs - Computer-Aided Design**, Volume 32, Issues 5-6, May 2000a, Pages 299-309
- REZAYAT, M. **The Enterprise-Web portal for life-cycle support** Computer-Aided Design, Volume 32, Issue 2, 1 February 2000b, Pages 85-96.
- ROBERTSON, D.; ULRICH, K. **Planning for product platforms**. Sloan Management Review, p.19-31, 1998.
- ROMANO, L. N. **Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas**. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- ROZENFELD, H. **Modelo de Referência para o Desenvolvimento Integrado de Produtos**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 1997, Gramado, RS. Anais. Gramado: UFRGS, 1997. CD-ROM: il.
- RUNGTUSANATHAM, M.; FORZA, C. **Coordinating product design, process design and supply chain design decisions. Part A: topic motivation, performance implications and article review process**. Journal of Operation Management. v.23, p. 257-265, 2005.
- SALVADOR, F.; FORZA, C.; RUNGTUSANATHAM, M. **Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions**. Journal of Operations Management. v.20, p. 549-575, 2002.
- SANTOS, A. C. **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos em Cadeias de Suprimentos**, Exame de Qualificação para Doutorado em Engenharia Mecânica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- SHY, O.; STENBACKA, R. **Strategic outsourcing**. Journal of Economic Behavior & Organization, v. 50, p. 203-224, 2003.

- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P. ; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projeto e Gestão, conceitos, estratégias e estudo de Caso**. Porto Alegre: Bookman, 2003, 328 p.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002, p. 747.
- SMITH, P. G.; REINERTSEN, D. G. **Desenvolvendo Produtos na Metado do Tempo: a agilidade como fator decisivo diante da globalização do mercado**. São Paulo: Futura, 1997.
- SOBRERO, M.; ROBERTS, E. B. **Strategic management of supplier – manufacturer relations in new product development**. Research Policy, v. 31, p. 159-192. 2002.
- SRIRAM, T., SINHA, K.K., **Customer satisfaction with order fulfillment in retail supply chains: Implications of product type in electronic B2C transactions**. Journal of Operations Management 23 (3–4), 291–303, 2005.
- STAUDENMAYER, N.; TRIPSAS, M; TUCCI, CHRISTOPHER **Interfirm Modularity and its implications of product development**. Journal of Product Innovation Management, v. 22, p. 203-231, 2005.
- STEINHEIDER, B. **Cooperation in interdisciplinary R&D teams**, Simultaneous Engineering–ISATA 2000, p. 125, Dublin, Ireland, Sept.2000.
- SU, J.C., CHANG, Y.-L., FERGUSON, M. **Evaluation of postponement structures to accommodate mass customization**. Journal of Operations Management 23 (3–4), 305–318, , 2005.
- SVENSSON, G. **The theoretical foundation of supply chain management: a functionalist theory of marketing**. International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, v.32, nº 9, p. 734-754, 2002.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez: Autores associados, 2000.
- TRACEY, M.; SMITH-DOERFLEIN, K.A. **Supply Chain Management: what training professionals need to know**. Industrial and Commercial Training. v.33, n.3, p.99-103, 2001.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. New York: McGraw-Hill, 1995.
- ULRICH, K. **The role of product architecture in the manufacturing firm**. Research Policy, v. 24, p. 419-440, 1995.
- ULRICH, K.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. Boston.:McGraw-HIL, 2000.
- VALERI, S. G., TRABASSO, L. G. **Desenvolvimento Integrado do Produto: uma análise dos mecanismos de integração das ferramentas DFX**. In: IV Congr. Bras. Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado-RS, 2003.
- VERNADAT, F. B. **Enterprise Modeling and Integration: Principles and Applications**. London: Chapman & Hall, 1996.
- VOLLMANN, T.; BERRY, W.; WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems**, New York, McGrawHill/Irwin, 1997.

- WALLACE, K M.; CLEGG, C.; KEANE, A. **Visions for Engineering Design: A Multi-Disciplinary Perspective**, In INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 2001, Glasgow. Proceedings. Glasgow: ICED'01, 2001. v.4. CD-ROM.
- WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality**. New York: Free Press, 1992.
- WIKIPEDIA. **CSCW**. Disponível em < <http://pt.wikipedia.org/wiki/CSCW>>. Acesso em: 30/10/2007.
- WIKIPEDIA. **Rich Internet Application**. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Rich_Internet_application>. Acesso em: 30/10/2007.
- WIKIPEDIA. **Sistema de gerenciamento de conteúdo**. Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gerenciamento_de_conte%C3%BAdo>. Acesso em: 30/10/2007.
- WIKIPEDIA. **Software as a Service**. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_Service>. Acesso em: 30/10/2007.
- WIKIPEDIA. **Web 2.0**. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Web_2.0>. Acesso em: 30/10/2007.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.
- WYNSTRA F.; AXELSSON, B.; VAN WEELE A. **Driving and enabling factors for purchasing involvement in product development**. European Journal of Purchasing and Supply Management 2000;6 (2):129-42.
- WYNSTRA, F.; PIERICK, E. T. **Managing supplier involvement in new product development: a portfolio approach**. European Journal of Purchasing Management, v.6, nº 1, 2000.
- WYNSTRA, F.; WEELE, V. A.; WEGGEMANN, M. **Managing supplier involvement in product development: Three critical issue**. European Management Journal, v. 19, nº 2, p.157-167, 2001.
- YANG, Y.; ZHANG, X.; LIU, F.; XIE, Q. **An internet-based product customization system for CIM**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, In Press, Corrected Proof, October 2004,
- ZHANG, X.; GERSHENSON, J. K. **An initial Study of direct relationships between life-cycle modularity and life-cycle cost**. Concurrent Engineering: research and applications, v. 11, nº 2, p. 121-127, 2003.

ANEXOS

Anexo 1 - Questionário para Validação do Modelo (Sistema Si2P2)

Nome: _____ Função: _____

Características Gerais

Questão 1 - Ambiente *WEB*.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 2 - Software como serviço (sem licenças).

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 3 - Aplicativo para montagem de cadeia.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 4 - Evolução no relacionamento (conceito Comunicação, Cooperação e Coordenação).

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 5 - Padronização e melhoria no relacionamento Clientes e Provedores.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Usuários

Questão 6 - Tipo de (classes) de usuário.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 7 - Controle de acesso.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 8 - Acesso visitante.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Requisitos Funcionais de Cadastro

Questão 9 - Papéis (anunciante, visitante, gestor contratante, gestor provedor, projetista contratante, projetista provedor e consumidor).

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 10 - Cadastrar informações do usuário e da empresa.

Muito Importante ⑤	Importante ④	Neutro ③	Pouco importante ②	Não importante ①
-----------------------	-----------------	-------------	-----------------------	---------------------

Questão 11 - Possibilidade de configuração dos serviços fornecidos pelo provedor.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia

Questão 12 - Cadastro de fases do desenvolvimento (modelo de desenvolvimento PDP).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 13 - Cadastro de prazos para o desenvolvimento.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 14 - Ferramentas de apoio à decisão.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 15 - Interação durante montagem da cadeia de suprimentos (convite, interação, controle e aceite) somente “Contratante e Provedores”.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos

Questão 16 - Controle do histórico do desenvolvimento.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 17 - Controle de versões de documentos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Requisitos de Comunicação

Questão 18 - *E-mail* (comunicação assíncrona).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 19 - Painel de recados (comunicação assíncrona)

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Outras ferramentas de comunicação assíncrona interessantes na sua opinião: _____

Questão 20 - *Chats* (comunicação síncrona).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 21 - Conferência de voz (comunicação síncrona).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 22 - Conferência de vídeo (comunicação síncrona).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Outras ferramentas de comunicação assíncrona interessantes na sua opinião: _____

Questão 23 – Fórum de discussão.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 24 - Carga (*upload*) de arquivos para compartilhamento.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Requisitos de Cooperação

Questão 25 - Modificações/alterações, de forma simultânea, em documentos ou aplicativos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 26 - Controle de Gates (fases).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 27 - Estrutura de Produtos (BOM).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 28 - Matrizes QFD.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 29 - Matriz funcional.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 30 - TRIZ.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 31 - FMEA.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 32 - Ferramentas DFM.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 33 - Interface sistemas CAE/CAD/CAM/CAPP.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 34 - Controle de custos/orçamentos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Outras ferramentas de cooperação interessantes na sua opinião: _____

Questão 35 - Compartilhamento de ferramentas de cooperação. Compartilhamento de arquivos específicos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 36 - Conversão ou visualização de arquivos CAD em diversos formatos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 37 - Conversão ou visualização de arquivos CAM em diversos formatos.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Requisitos de Coordenação

Questão 38 - Calendário de eventos (gerenciamento de desenvolvimento).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 39 - Agenda integrada (gerenciamento de desenvolvimento).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 40 - Marcação de reuniões em grupo.

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 41 - Gerenciador de tarefas (gerenciamento de desenvolvimento).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 42 - Ferramentas de gestão de prazos (gerenciamento de desenvolvimento).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 43 - Ferramentas de gestão de custos (gerenciamento de desenvolvimento).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 44 - *Workflow* (ferramentas de coordenação)

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Questão 45 - Controle do acesso dos membros do grupo aos arquivos de cada fase do desenvolvimento (gerenciamento de permissões de leitura e edição de documentos).

Muito Importante	Importante	Neutro	Pouco importante	Não importante
⑤	④	③	②	①

Anexo 2 - Planilha com os dados da Validação do Modelo

Requisito

Características Gerais	Processo				Produto						A1	A2	B	Média	Desvio Padrão	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14
Questão 1 - Ambiente WEB.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,929	0,258
Questão 2 - Software como serviço (sem licenças).	5	3	3	4	3	3	3	3	4	3	5	3	3	4	3,500	0,732
Questão 3 - Aplicativo para montagem de cadeia.	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4,214	0,410
Questão 4 - Evolução no relacionamento (conceito Comunicação, Cooperação e Coordenação).	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4,786	0,410
Questão 5 - Padronização e melhoria no relacionamento Clientes e Provedores.	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4,571	0,495
Usuários																
Questão 6 - Tipo de (classes) de usuário.	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,929	0,258
Questão 7 - Controle de acesso.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,000	0,000
Questão 8 - Acesso visitante.	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4,500	0,500
Requisitos Funcionais de Cadastro																
Questão 9 - Papéis (anunciante, visitante, gestor contratante, gestor provedor, projetista contratante).	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,000	0,000
Questão 10 - Cadastrar informações do usuário e da empresa.	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4,500	0,500
Questão 11 - Possibilidade de configuração dos serviços fornecidos pelo provedor.	4	5	4	3	5	4	5	4	3	5	4	5	4	3	4,143	0,742
Requisitos Funcionais de Montagem da Cadeia																
Questão 12 - Cadastro de fases do desenvolvimento (modelo de desenvolvimento PDP).	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4,714	0,452
Questão 13 - Cadastro de prazos para o desenvolvimento.	3	5	5	4	4	3	5	5	4	5	3	5	5	4	4,286	0,795
Questão 14 - Ferramentas de apoio à decisão.	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4,286	0,452
Questão 15 - Interação durante montagem da cadeia de suprimentos (convite, interação, controle e a	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4,786	0,410
Requisitos Funcionais de Desenvolvimento de Produtos																
Questão 16 - Controle do histórico do desenvolvimento.	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4,214	0,410
Questão 17 - Controle de versões de documentos.	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4,571	0,495
Requisitos de Comunicação																
Questão 18 - E-mail (comunicação assíncrona).	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	3	4	4,429	0,623
Questão 19 - Painel de recados (comunicação assíncrona)	3	5	4	4	4	3	5	4	4	5	3	5	4	4	4,071	0,703
Questão 20 - Chats (comunicação síncrona).	3	5	4	4	5	3	4	3	3	1	1	3	4	3	3,286	1,161
Questão 21 - Conferência de voz (comunicação síncrona).	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,000	0,000
Questão 22 - Conferência de vídeo (comunicação síncrona).	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4,214	0,410
Questão 23 - Fórum de discussão.	5	3	4	4	4	1	3	4	1	4	3	3	1	4	3,143	1,245
Questão 24 - Carga (upload) de arquivos para compartilhamento.	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4,643	0,479
Requisitos de Cooperação																
Questão 25 - Modificações/alterações, de forma simultânea, em documentos ou aplicativos.	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4,571	0,495
Questão 26 - Controle de Gates (fases).	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4,286	0,452
Questão 27 - Estrutura de Produtos (BOM).	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,000	0,000
Questão 28 - Matrizes QFD.	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3,714	0,452
Questão 29 - Matriz funcional.	5	4	5	4	4	5	4	5	3	4	5	4	5	4	4,357	0,610
Questão 30 - TRIZ.	1	4	3	4	4	1	3	3	3	3	1	4	3	4	2,929	1,100
Questão 31 - FMEA.	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3,786	0,410
Questão 32 - Ferramentas DFM.	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4,429	0,495
Questão 33 - Interface sistemas CAE/CAD/CAM/CAPP.	5	4	5	4	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4,357	0,610
Questão 34 - Controle de custos/orçamentos.	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4,500	0,500
Questão 35 - Compartilhamento de ferramentas de cooperação. Compartilhamento de arquivos espe	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4,429	0,495
Questão 36 - Conversão ou visualização de arquivos CAD em diversos formatos.	5	3	5	5	3	5	5	5	5	3	5	3	5	5	4,429	0,904
Questão 37 - Conversão ou visualização de arquivos CAM em diversos formatos.	4	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4,286	0,589
Requisitos de Coordenação																
Questão 38 - Calendário de eventos (gerenciamento de desenvolvimento).	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4,500	0,500
Questão 39 - Agenda integrada (gerenciamento de desenvolvimento).	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4,500	0,500
Questão 40 - Marcação de reuniões em grupo.	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4,143	0,515
Questão 41 - Gerenciador de tarefas (gerenciamento de desenvolvimento).	3	4	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	5	4	4,000	0,655
Questão 42 - Ferramentas de gestão de prazos (gerenciamento de desenvolvimento).	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4,286	0,452
Questão 43 - Ferramentas de gestão de custos (gerenciamento de desenvolvimento).	3	5	4	4	4	3	5	3	4	5	3	5	4	4	4,000	0,756
Questão 44 - Workflow (ferramentas de coordenação)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,000	0,000
Questão 45 - Controle do acesso dos membros do grupo aos arquivos de cada fase do desenvolvime	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4,786	0,410
	Média Geral														4,311	0,275

Planilha de tabulação dos dados da validação